

UNIVERSIDADE DE LISBOA



FACULDADE DE CIÊNCIAS

FACULDADE DE LETRAS

FACULDADE DE MEDICINA

FACULDADE DE PSICOLOGIA

**Problemas, a sua resolução e o seu interesse para uma
Ciência da Mente.**

Jorge Miguel Correia Amorim

Dissertação de Mestrado

MESTRADO EM CIÊNCIA COGNITIVA

2013

UNIVERSIDADE DE LISBOA



FACULDADE DE CIÊNCIAS

FACULDADE DE LETRAS

FACULDADE DE MEDICINA

FACULDADE DE PSICOLOGIA

**Problemas, a sua resolução e o seu interesse para uma
Ciência da Mente.**

Jorge Miguel Correia Amorim

Dissertação orientada pelo Prof. Doutor Helder Coelho

MESTRADO EM CIÊNCIA COGNITIVA

2013

PROBLEMAS, A SUA RESOLUÇÃO E O SEU INTERESSE PARA UMA CIÊNCIA DA MENTE

Resumo

Estudar a resolução de problemas através da Ciência Cognitiva é um passo importante para a compreensão do funcionamento da mente. Os seus resultados abrem portas para diversas aplicações em diferentes áreas desde Educação a Computação. Ao longo dos anos, a Psicologia Cognitiva e a Inteligência Artificial foram geradoras de numerosos contributos para um entendimento mais claro de como funciona a mente humana quando resolve problemas. O presente estudo recorre à teoria de resolução de problemas de Newell e Simon para unir os diferentes contributos teóricos no âmbito da Ciência Cognitiva e para elaborar um breve desenho experimental.

Os dados recolhidos sugerem que na presença de um problema mal-definido este é convertido para um problema bem-definido para ser resolvido, que realizar uma versão simplificada do problema ajuda a resolução da versão mais complexa, que uma solução pode ser alcançada sem consciência nem transferência da mesma.

O estudo, como esperado, abre portas para novas perguntas relativas à representação em memória externa, transferência de heurísticas em problemas isomórficos e mecanismos de avaliação pós realização de tarefas.

Palavras-chave: resolução de problemas, ciência cognitiva, heurísticas, espaço de problema, problemas bem-definidos, problemas mal-definidos.

Problems, their solution and their value for a science of the mind

Abstract

Studying problem solving through Cognitive Science is an important step towards a more comprehensive understanding of how the human mind works. The results yielded by these studies support and in many ways promote a number of different applications in areas ranging from Education to Computing. Over the years, Cognitive Psychology and Artificial Intelligence have generated numerous contributions to a clearer understanding of how the human mind works in the context of problem solving. This study adopts Newell and Simon's problem solving theory with the aim of bringing together the several theoretical contributions within the scope of Cognitive Science and drawing up a short experimental design.

Data collected suggest that: when presented with an ill-defined problem, the subject converts it into a well-defined problem in order to solve it; designing a simplified version of the problem helps solving its more complex version; a solution can be achieved with no awareness or transfer processes involved.

As expected, this study raises new questions associated with external memory representation, heuristic transfer in isomorphic problems and post-task performing evaluation mechanisms.

Key-words: problem solving, cognitive science, heuristics, problem space, ill-defined problems, well-defined problems.

Agradecimentos

Um agradecimento especial a todos os que me acompanharam nesta jornada. Família, amigos, professores e colegas: um muito obrigado!

À Carla Tavares pelas sugestões e simpatia.

À Marisa Viegas pelo amor, companheirismo e paciência.

INDÍCE

	Página
Introdução	4
Revisão da Literatura	10
Métodos	27
Discussão	42
Conclusão	48
Referências Bibliográficas	50
Anexos	55

INDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Participantes que chegaram à solução, distribuição por tarefas.	36
Tabela 2 - – Participantes que chegaram à solução do problema 2	37
Tabela 3 – dados de o que os participantes recordam conscientemente da abordagem da tarefa	39
Tabela 4 - Dados da adequação da avaliação da tarefa	39
Tabela 5 - Dados sobre diferença da forma de ver o problema entre a leitura inicial e após a sua realização	40
Tabela 6 - A abordagem seria diferente estando na presença do mesmo problema, ind. da ordem de execução da tarefa	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Novo paradigma de investigação	Pág. 16
Figura 2 - Reconst. da alt. das rep. visuais ao longo do problema	Pág. 38
Figura 3 - Rep. visual da resolução dos missionários e canibais	Pág. 45

1. Introdução

À Ciência Cognitiva cabe o trabalho científico de estudar a mente. Ao estudar a mente é comum pensarmos em conceitos abrangentes como inteligência, pensamento e raciocínio. Temas que durante anos foram foco de atenção da Filosofia e que só no século XX passaram a ser alvo de estudo científico. Apesar dos inúmeros contributos científicos multidisciplinares podemos dizer que estes tópicos foram intensamente trabalhados pela Inteligência Artificial, pela Psicologia Cognitiva e pela Filosofia da Mente. No presente estudo, e dentro destes tópicos gerais, decidimos aprofundar um tópico a que passaremos a referir-nos como resolução de problemas.

Imaginemos uma pessoa que tem em mãos a tarefa de resolver um problema de matemática. Que processos cognitivos elementares permitem a realização de toda a tarefa? Arrisquemos uma resposta geral: memória, atenção, linguagem, percepção, reconhecimento de texto, coordenação motora... Percebemos facilmente a quantidade e complexidade de processos elementares envolvidos neste processo. Cada um deles é passível de ser alvo de inúmeros estudos, questões e muitos dados por interligar. Com este encadeamento de ideias percebemos facilmente que resolução de problemas implica a interação de muito conhecimento proveniente de diversas das funções cognitivas mais elementares. Então, porquê estudar resolução de problemas à luz da Ciência Cognitiva?

Comecemos por pensar: o que é um problema? É um caminho até um estado diferente daquele de onde partimos e ao qual não sabemos como chegar. Hayes (1989, referenciado por Newell, 1999) destaca a importância do estudo de resolução de problemas ao definir resolução de um problema como um processo de atingir uma situação desejada (ou objetivo) a partir de uma situação inicial. Ao tomarmos em conta este tipo de definição, toda a atividade consciente humana está fortemente ligada à resolução de problemas. Resolver um exercício num teste de matemática, planejar

umas férias ou solucionar um quebra-cabeças são, nesta perspectiva, atividades diferentes de resolução de problemas.

Resolver problemas faz parte do comportamento animal, mas ganha particular relevância nos seres humanos pela diversidade de problemas que resolvem (e para os quais procuram resposta), decorrendo daí a especial importância atribuída no campo do estudo da mente humana. Sabemos por experiência que ao nível do senso comum, as situações do quotidiano não são automaticamente vistas como problemas. O ato de comprar um jornal ou atravessar uma estrada são exemplos de situações que podem ser vistas como resolução de problemas à luz das definições com que trabalhamos mas sem ser vistos como tal na linguagem comum.

Nem todos os problemas surgem naturalmente, por vezes são mesmo procurados para depois serem resolvidos e permitirem a formulação de novos problemas. A atividade científica é um bom exemplo deste tipo de processo, onde não é estranho um cientista procurar ativamente novos problemas com o intuito de proceder posteriormente a investigação. E, segundo o método científico tradicional, o processo científico é a resolução de um dado problema. A mesma forma de abordagem surge também em alguns modelos inovadores de gestão de empresas e coaching empresarial.

Newell e Simon operacionalizaram o estudo de “como as pessoas pensam” em “como as pessoas resolvem problemas”, tendo, através desta formulação, igualado o conceito de “pensar” ao de “resolver problemas”. Para a investigação, este é um tema que merece destaque devido à sua relevância numa Ciência da Mente (Getzels, 1979). Com a devida distância e sem querermos partir do pressuposto de que toda a atividade de pensamento racional é em si mesma resolução de problemas, o interesse deste estudo emergiu da prática profissional e das observações que o investigador foi registando, alimentado posteriormente por leituras nas áreas de Inteligência Artificial e Psicologia Cognitiva. As questões iniciais surgiram do acompanhamento contínuo de

crianças e adolescentes e especificamente da observação de como estas lidam com a resolução de um dado problema e o que transferem para aplicar à resolução de problemas diferentes.

A presente tese toma a monumental obra “Human Problem Solving”, de Newell e Simon (1972a, 1972b, 1972c), como ponto de partida e retoma a questão colocada pelos autores de “como funciona a mente em situações de resolução de problemas?”

Algumas perguntas que lançámos desde o primeiro dia de investigação, para a elaboração deste estudo, foram: Como é abordado um novo problema? De que forma recorremos à memória externa para auxiliarmos as operações que fazemos? Como é que a resolução de um problema pode influenciar a resolução do seguinte? Que noções temos das estratégias que usamos após a resolução de problemas? A representação do problema é a mesma ao longo da sua resolução? O que sabemos através da Ciência Cognitiva acerca do funcionamento da mente em situações de resolução de problema? Que processos mentais estão associados a diferentes formas de resolução de problemas? Que metodologias experimentais temos à disposição para abordar este tópico de estudo? Que aplicações e novas investigações podemos encetar a partir da investigação dentro deste campo? A lista foi grande e sentimos a necessidade de definir limites a fim de tornar o estudo exequível.

Muitas vezes para pensarmos como resolvemos algo temos de passar algum tempo a formular um problema. É aceite pensar-se que a forma de alcançarmos uma solução depende de como definimos o problema (Getzels, 1979). Já Einstein o tinha dito em 1938: *“The formulation of a problem is often more essential than its solution, which may be merely a matter of mathematical or experimental skill. To raise new questions, new possibilities, to regard old questions from a new angle, requires creative imagination and marks real advance in science”* (citado por Idem).

O que é formular um problema? Recorreremos à Inteligência Artificial no sentido de nos ajudar a clarificar essa questão. Formular um problema é definir e

decidir as ações possíveis, os estados a considerar e o objetivo final (Russel & Norvig, 2010). Esta definição é semelhante à de Newell e Simon (1972a; 1972b), os quais introduziram a ideia de um espaço do problema, e é esta a nomenclatura usada no documento. Podemos assim pensar que para um problema complexo o espaço do problema será grande e exigirá técnicas de busca altamente seletivas, escolhendo as opções mais promissoras (Russel & Norvig, 2010).

Como é que as mentes artificiais lidam com problemas? A teoria dos grafos e a Lógica formal são ferramentas essenciais em Inteligência Artificial para lidar com resolução de problemas (Luger, 2005). Existem também modelos de inteligência de inspiração biológica e social, seja através de algoritmos genéticos ou sociedades de agentes. Para o investigador Luger (idem) a noção de procura humana de uma solução para um dado problema tem mais semelhanças com o funcionamento dos computadores digitais do que com simulações inspiradas em modelos biológicos. A arquitetura dos computadores digitais sugere um paradigma para testar teorias de inteligência: encará-la como uma forma de processamento de informação (Newell & Simon, 1972a).

Esta ponte entre mente artificial e mente humana é extremamente importante na Ciência Cognitiva. Um sistema de processamento de informação opera em representações elaboradas com símbolos formais. Para Luger (2005) o estudo da resolução de problemas é o estudo da representação e da procura que ocorrem num mecanismo físico. Um sistema de representação tem como função elaborar um esquema com os elementos essenciais de um problema e facilitar a sua manipulação para alcançar o resultado desejado.

E o que dizer quanto ao tipo de problemas? Há uma grande diversidade de problemas e com exigências cognitivas diferentes. É portanto um termo vasto que pretendemos esclarecer. Alguns problemas teóricos exigem conhecimento específico,

problemas sociais implicam conhecer diversos assuntos e interligá-los de acordo com uma linha de conduta social/ cultural.

Com esta tese pretendemos trazer a resolução de problemas para os tópicos atuais de investigação, unificar a terminologia em torno da teoria avançada por Newell e Simon (1972b), redigir um estado da arte na ótica da Ciência Cognitiva, refletir sobre uma metodologia, testar de forma simples um exercício prático e pensar todo o processo cognitivo de resolução de problemas.

Questões levantadas

Que heurísticas/estratégias são recrutadas para lidar com um problema?

Que abordagens comuns existem na resolução de problemas bem-definidos e de problemas mal-definidos?

Que heurísticas comuns são aplicadas entre problemas bem-definidos, após a resolução de uma versão simplificada e sem se ter resolvido uma versão simplificada?

O que é recordado, avaliado sobre os processos de resolução do problema e a representação do mesmo, pós-resolução de uma tarefa?

Como é representado externamente um problema e se essa representação muda ao longo do processo de resolução do problema?

Teoria Unificadora da informação recolhida

Escolhemos estudar a resolução de problemas em Ciência Cognitiva pela sua relevância na atividade consciente do pensamento humano e pelas suas possíveis aplicações diretas. São exemplos, as áreas da educação e da computação. Estudar a resolução de problemas é essencial para criar e ensinar métodos otimizados para realizar este processo, seja numa mente humana ou numa mente artificial.

Existem diferentes campos de investigação sobre resolução de problemas, bem como muitos conceitos semelhantes apenas com nomenclaturas diferentes,

geradoras de algum ruído de informação. Optou-se pelo contributo de Newell e Simon (1972b) como teoria unificadora, porque é aquela que apresenta mais poder explicativo de como um agente resolve um problema e também por encarar o funcionamento da mente como o funcionamento de um processador de informação (teoria computacional da mente, também ela uma ligação entre os diversos campos que ligam as diferentes áreas da ciência cognitiva). Todos os termos usados estão em conformidade com esta teoria, sem que tenham sido alterados os significados originalmente sugeridos pelos autores.

Áreas científicas centrais do estudo

Inteligência Artificial e Psicologia Cognitiva

Área científicas também abordadas no estudo

Educação e Neurociência.

O presente documento encontra-se organizado sob a forma de uma tese de mestrado, com capítulos de enquadramento teórico, métodos e procedimentos experimentais, apresentação de resultados recolhidos, reflexão crítica sobre dados, temas, aplicações e futuras investigações. Optou-se pelas normas da APA na organização do documento e na apresentação das referências bibliográficas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Abordagem histórica

A habilidade para resolver problemas é a base do comportamento de pensar. Os problemas a resolver serão classificados em função do conhecimento necessário para os resolver, donde resulta uma divisão entre problemas. Consideramos que existem problemas que requerem conhecimento prévio e problemas que não requerem conhecimento prévio. Investigar a resolução de problemas implica o relacionamento de áreas cognitivas que tradicionalmente têm sido estudadas em separado (Eysenk & Keane, 2005).

A partir de 1913, as questões científicas da resolução de problemas pertencem ao domínio da Psicologia e encontram-se divididas em duas correntes: Behaviorismo e Gestaltismo. Os primeiros optaram por ignorar os processos mentais como objeto de estudo, limitando a descrição de resolução de problemas a um resultado de tentativa erro (Anderson, 1993), logo o seu estudo de resolução de problemas são análises de tarefas e fora do nosso interesse, enquanto os segundos decidiram procurar explorar a complexidade dos processos mentais. Os estudos gestaltistas incidiram em estudos nos quais os sujeitos não chegavam inicialmente a uma solução, mas resolviam após algumas tentativas. Os seus registos salientam que em determinadas situações não é preciso tentativa erro para chegar a uma dada solução e daí avançaram a hipótese de que a mente contribuía com algo mais além da experiência direta para chegar a uma solução. Formalizado em termos gestaltistas, a mente coordenava estruturas relacionadas e reconstruía estruturas relacionais não-úteis para o problema em opções mais vantajosas.

Com o desenvolvimento da computação foi possível utilizar termos conhecidos com um novo tom científico: estados internos, capacidades limitadas de um canal, registar em memória. Simplesmente existiam máquinas que davam familiaridade

científica a esses termos. Até 1950 não houve qualquer desenvolvimento significativo em relação à resolução de problemas no campo da psicologia. Os gestaltistas optaram por estudar situações de laboratório e tarefas que hoje conhecemos como problemas de insight. Para os gestaltistas a resposta de como é feita a criação de novas estruturas passa por operações que ocorrem ligadas à auto-organização do córtex (Ohlsson, 2012).

De acordo com a abordagem behaviourista, a resolução de problemas resumia-se a um comportamento caracterizado por tentativa erro e de reprodução de experiências bem sucedidas. Por oposição existia a abordagem gestaltista que estendeu as suas teorias de percepção ao campo da resolução de problemas. No campo da percepção tinham investido em defender a posição que a percepção era mais que uma mera associação de componentes e que uma imagem podia ter a sua percepção reestruturada (como exemplo o cubo de Necker). Para os gestaltistas, a resolução de problemas era produtiva e reprodutiva em simultâneo. Numa situação produtiva, ocorre um insight da estrutura do problema e posteriormente faz-se uma reestruturação do problema de onde emerge a solução. Podemos encontrar na literatura exemplos de descrições de experiências clássicas, como a dos macacos no estudo de Kohler e no de Maier das duas cordas (Eysenk & Keane, 2005; Anderson 2010). Deste contributo gestaltista resultou uma significativa recolha de dados e uma base de dados de problemas (conhecidas na literatura como problemas de insight). A descoberta da rigidez funcional foi uma descoberta das investigações gestaltistas. A rigidez funcional foi detetada na resolução de um problema, quando os participantes ficaram bloqueados nas funções comuns dos objetos apresentados e não abdicaram delas para reconstruir a percepção do problema e assim não o resolveram. O contributo da escola gestaltista foi grande, mas após a teoria do processamento de informação é que pôde ser reinterpretado com maior profundidade (Eysenk & Keane, 2005). A investigação inicial neste campo de estudo foi dominada pela Psicologia e, embora

nenhuma das suas correntes tenha conseguido avançar para uma investigação formal, a sua importância não pode ser de forma nenhuma minimizada.

Com o início da Inteligência Artificial e os seus primeiros avanços foi possível repensar a abordagem a questões cognitivas. Esquematizar resolução de jogos de xadrez revelou a dificuldade da sua realização (Cordeschi, 2006). O simples ato de jogar xadrez tornou-se um quebra-cabeças para os primeiros anos da Inteligência Artificial. Herbert Simon deu um contributo substantivo ao encarar o agente que joga como um solucionador de problemas com capacidade limitada. Que estratégias de ação seletiva são elaboradas pelo agente, em alternativa a lidar com o problema com estratégias gerais? Na época pioneira da programação heurística foram utilizados diversos quebra-cabeças, inspirados pela teoria dos jogos e pela Psicologia. Termos como “estado do problema” e “espaço do problema” foram definidos e destacados por Newell e Simon. Nos primeiros programas informáticos para resolver problemas, apesar das suas variações, identificam-se várias abordagens conceptuais comuns (procura seletiva dentro de um espaço de problema representado por uma árvore ou por grafos).

Com Newell e Simon surgiu uma abordagem formal radical onde a própria teoria de resolução de um dado problema ajuda a enfrentar esse problema, por exemplo através da programação. Estes autores programaram máquinas para resolver problemas bem definidos e os programas são coleções de instruções, passo a passo sobre como o problema é resolvido. Foram para além da Filosofia proposta e aplicaram os seus conceitos através de programas de computador. Alargaram a teoria à faculdade humana de resolver problemas, argumentando que os seres humanos resolvem problemas através de escolhas entre várias ações possíveis, consequente avaliação dos resultados e alteração da forma como estão a resolver o problema, se esta avaliação se revelar pouco favorável (Ohlsson, 2012).

Um conceito chave da teoria de Newell e Simon (1972a) é o espaço do problema que surge aqui como uma representação de todas as possíveis soluções que o problema pode ter. Inclui também todas as ações possíveis, os objetivos e uma representação mental do problema (por exemplo, um diagrama). A partir deste ponto podemos aceitar que temos de conhecer o espaço do problema elaborado pelo sujeito, articular com a estratégia usada, e ajustar depois ao comportamento demonstrado para resolver o problema. Newell e Simon (1972b) optaram por protocolos de pensamento em voz alta para registar os encadeamentos de pensamento percorridos para chegar a uma solução.

Estes autores desenharam um procedimento em quatro passos para o método da identificação da estratégia:

- 1: identificar o espaço problema (como é que o sujeito pensa no problema e que ações ele considera possível),
- 2: traduzir os dados num caminho para o espaço do problema (descrição dos pensamentos, decisões e ações),
- 3: identificar heurísticas que guiem as escolhas do sujeito em cada estado, e
- 4: compilar os dados através de um programa de computador e verificar se é suficiente para resolver o problema e se gera o comportamento observado.

As vantagens desta teoria na época em que foi feita, segundo Ohlsson (2012), são:

- Resolução de problema deixa de ser algo aleatório, a procura heurística é um conceito inovador,
- Recolha e análise detalhada de processos de resolução de problemas em criptometria, em jogos de xadrez e em manipulações de símbolos lógicos,
- Elaboração de uma teoria formal e formulação de uma extensão para explicar o comportamento humano durante o processo de resolução de problema,

- Relevância para o mundo real, com problemas reais e demonstrações, e
- Metodologia de agregação de dados baseada em teoria.

Investigações posteriores vieram a acrescentar outros pontos importantes no conhecimento científico sobre a resolução de problemas como é o caso da representação de conhecimento. Minsky destacou o papel da representação de conhecimento (Cordeschi, 2006) no processo de resolução de problemas. O processamento linguístico é essencial para a resolução de problemas, indo para além da representação das palavras que ligamos ao problema em si. Providencia igualmente aspetos para produzir pensamentos (Salomon, Maglieano & Radvansky, 2013). Luger (2005) reforça a importância da representação de conhecimento, principalmente do que chama a escolha da linguagem de representação, dando exemplos sobre como esta pode facilitar o processo de resolução de problema, ou inclusivamente bloquear o processo.

Apesar dos trabalhos teóricos apresentados e das evidências da sua importância, na década de 90 a resolução de problemas é excluída da lista de tópicos quentes de investigação. Terá sido por uma questão de tendência teórica de época? De novas descobertas noutras áreas de estudo? A investigação orientada por Ohlsson (2012) avança para dois possíveis motivos relacionados com a limitação da teoria de Newell e Simon, nomeadamente:

- Dificuldade em correlacionar os dados recolhidos, e
- Dificuldade em formular uma teoria de resolução de problemas, sem que esta seja demasiado geral e independentemente da tarefa.

Ohlsson chegou a propôr (1980) que fosse elaborado uma gramática de estratégias que permitisse elaborar uma coleção de estratégias usadas durante a resolução de problemas, mas persistiram as dificuldades em encontrar regularidades numa coleção de dados. A verdade é que a metodologia proposta por Newell e Simon consiste em estudar através da dissecação da situação, o que diverge da metodologia

comum da Psicologia Cognitiva da validação de hipóteses, e talvez tenha sido o motivo sugerido por Ohlsson (2012), o que a levou a ser excluída nas investigações (apesar de protocolos de pensamento em voz alta serem utilizados frequentemente para identificação de variáveis a serem posteriormente contadas).

Mas qual é afinal o obstáculo à definição dos mecanismos gerais na resolução de problemas? A definição de um mecanismo geral deve ser capaz de explicar como as pessoas resolvem problemas. Mas os problemas são diferentes, exigem diferentes tipos de conhecimentos e as estratégias utilizadas são demasiado diversas. O famoso projeto *General Problem Solver*, de Newell e Simon, não foi suficiente para dar resposta às necessidades impostas pois não era independente da tarefa (idem).

Se a investigação chegou a um impasse devido às duas dificuldades apresentadas anteriormente, dois problemas emergem como desafios determinantes à Ciência Cognitiva:

- Como agregar os dados recolhidos para encontrar as regularidades empíricas?
- Como formular uma teoria geral de resolução de problemas independente da tarefa?

A resolução do impasse (sugestão de Ohlsson, 2012) foi pensar na teoria das heurísticas como estando incompleta (sendo, no entanto, um bom ponto de partida) e aprofundar que processos cognitivos estão ligados à formulação do espaço problema e à procura de estratégias.

1. Descoberta do problema / definição de metas
2. Perceção do problema
3. Ação
4. Tomada de decisão / seleção de ações
5. Resultado \avaliação

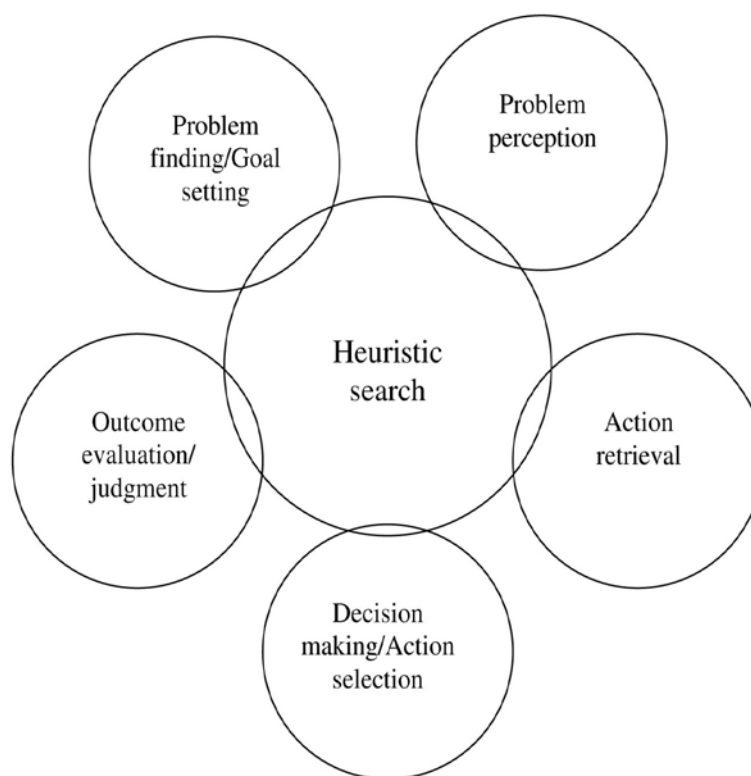


Figura. 1 – Esquema com o novo paradigma de investigação (Olhsson, 2012)

Esta sugestão de investigação faz-nos pensar que é preciso repensar algum trabalho já feito e elaborar estudos que explorem esta possibilidade.

Dados muito recentes sobre a investigação em resolução de problemas (Funke, 2013) mostraram um novo despertar de interesse científico em relação ao tema durante o ano de 2012. Um desviar do interesse analítico do tema e um foco como competência fundamental a compreender no comportamento do ser humano (onde as tarefas testadas experimentalmente voltam a ser resolvidas de papel e lápis).

Teoria de Newell e Simon

Apesar de já o termos referido neste documento, é pertinente destacar alguns pontos na sua conceptualização. Na apresentação da sua teoria, os autores (Newell & Simon, 1972b) definiram algumas das suas limitações, salientando que não seriam as suas fronteiras: excluir emoções, ser exclusiva do indivíduo, ser uma teoria não-

estatística e com dificuldades de abordagem numérica, e não explicitar onde ocorrer fisicamente o processo de resolução de problemas. Esta teoria desde o seu início está aberta à multidisciplinaridade, sendo completamente adequada à necessidade de expansão da teoria computacional sugerida por Thagard (2005) para o futuro da Ciência Cognitiva: integrar as emoções e a interação social.

Este trabalho de investigação teve origem no campo da Inteligência Artificial e na modelação de cognição humana. Manteve-se como um contributo fundamental para o entendimento do processo cognitivo a que chamamos resolução de problemas (Anderson, 1993).

Pressuposto teórico: explicar um comportamento observado é especificar como um aparelho de processamento de informação pode reproduzir esse comportamento. Uma explicação de um problema é igual a ser capaz de resolver esse dado problema (Newell & Simon, 1972a).

Os três conceitos fundamentais são: o estado, os operadores e o espaço de problema (Anderson, 1993). Os agentes que resolvem problemas geram dinamicamente caminhos (ou rastros) dentro do espaço de problema, através dos seus operadores.

Estes autores definiram uma abordagem formal, uma posição filosófica sobre a natureza da explicação científica e programaram sistemas de computadores capazes de resolver problemas fechados. A hipótese central apresentada pelos autores é que as pessoas resolvem problemas porque podem escolher ações, antecipar os resultados dessas ações, avaliar resultados e alterar a abordagem perante uma avaliação não favorável. Esta busca foi designada de procura heurística (Ohlsson, 2012).

Anderson (1993) chama à atenção que o trabalho de Newell e Simon é um enquadramento teórico para compreender o processo de resolução de problemas e

uma ponte entre a aprendizagem e o desempenho. Seguiremos esta perspectiva no presente trabalho.

A utilidade da teoria de Newell e Simon na investigação sobre quebra-cabeças, facilita a sua resolução, permite prever como o pensador ideal aborda o problema, como o entendimento do problema afeta a sua resolução (exemplo: o problema monstros e globos), as aprendizagens que ocorrem na resolução de problemas e o desenvolvimento de heurísticas (Anzai & Simon, 1979). Em linhas gerais, permitiu a unidade teórica para se explorar a resolução de problemas bem-definidos, reinterpretar a investigação prévia (principalmente a investigação gestaltista) e suportar o modelo da limitação da memória de trabalho.

De um problema para outro, apenas as características muito gerais parecem não variar de tarefa para tarefa e de agente para agente. Aceitamos pela apresentação de argumentos que a existência de um espaço do problema está sempre presente, cuja estrutura estará ligada à tarefa e por sua vez às abordagens possíveis para serem utilizadas pelo agente que resolve um dado problema (Newell & Simon, 1972c). Durante a resolução de um problema, o agente (que pode ser qualquer forma de sistema de processamento de informação) necessita de registar simbolicamente a informação e tal está dependente de memória de trabalho (limitada) e do uso de memória de longa duração (para reconhecimentos e processos de recuperação) (idem).

Ao alcançarmos novos estados de resolução de problema, os dados evidenciam que o espaço problema é gradualmente alterado. Newell e Simon (1972c) destacam que é essencial investigar mais aprofundadamente duas variáveis sobre as quais os seus estudos se debruçam pouco: o desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem.

Resumindo, quando uma pessoa se depara com um problema gera um espaço do problema que contém a representação mental do problema, a definição de metas e

o conjunto de ações possíveis. Para o mesmo problema podem existir diferentes espaços do problema, alterando o nível de dificuldade do mesmo. A estratégia do problema é um conjunto de heurísticas que, quando aplicadas, traça um caminho para a solução e para a escolha de operadores a utilizar em cada estado e até chegar à solução final (Newell & Simon, 1972b).

Anatomia de um problema

Se os problemas são diferentes, o que os distingue? Estudos recentes sintetizam que a resolução de um problema aparenta ter uma parte difícil de reportar verbalmente: a experiência de descoberta de algo novo "aha!" (Salomon, Maglieano & Radvansky, 2013). Os tempos verbais nos enunciados podem fazer a diferença na representação, devido a diferença no processamento computacional dos mesmos. Perguntas feitas e pistas dadas no contexto da resolução de um quebra-cabeças alteram a percepção do mesmo e permitem a reconstrução do espaço do problema.

Os problemas referidos como problemas de *insight* levantam dúvidas sobre o que os caracteriza. Na literatura Chronicle, MacGregor e Ormerod (2004) identificaram três formas de pensar estes problemas:

1. Ausência de sentimento de estar a ficar mais próximo da solução,
2. Ênfase na alteração de conhecimento conceptual para emergir a solução, e
3. Identificação de processos ligados ao processo de resolução de problemas através de *insights*.

Para Weisberg (1996) é importante distinguir descontinuidade da reestruturação. O processo de descontinuidade no pensamento é uma alteração da estratégia utilizada, enquanto a reestruturação é uma nova compreensão do problema (objetivos, operadores, entre outros). Um argumento para se pensar que estamos perante processos diferentes de resolução de problemas é que a abordagem da teoria

de processamento de informação não explica a resolução por *insight* (Chronicle, MacGregor & Ormerod, 2004). Esta dificuldade aparenta ter como causa a fraca definição do estado final nos problemas de insight, impossibilitando avaliar a proximidade de estarmos a chegar à solução.

A diferença entre um problema bem-definido e um problema mal-definido é apresentada como vaga por Simon (1973). O autor deixa claro que é teoricamente possível para a Inteligência Artificial lidar com qualquer um destes problemas. Conceptualiza que qualquer problema pode ser visto como bem-definido por uma máquina com memória de longa duração incrivelmente grande, e acesso a uma igualmente grande memória externa, ambas com informações relevantes e informações sobre o mundo real e as consequências de ações. Podemos dizer que com esta perspectiva, um problema bem-definido pode ser visto como uma simplificação de um problema mal definido, naturalmente feita para fins de processamento

Que tipo de estrutura precisa um problema de ter para ser tratado por uma máquina? Sabemos que a mente humana é capaz de lidar com todo o tipo de problemas referenciados neste trabalho, mas como é que isso se processa? Que processos estão envolvidos? Simon (1973) sugere que as fronteiras habitualmente colocadas entre problemas mal definidos e bem definidos estão entre serem soluções eficientes de computabilidade e não da possibilidade da computabilidade desses mesmos problemas. Para o autor, um programa com um conjunto de regras (condições e ações), métodos para avaliar, e processos dinâmicos de atualização de informação, consegue lidar com os dois tipos de problemas. Aqui, a aquisição de nova informação diz respeito a algo retirado dos novos estados obtidos dentro da procura do espaço de problema.

Considerar um problema mal definido e dividi-lo em diversos problemas bem-definidos é possível, como, por exemplo, o problema que pode surgir a um arquiteto: como desenhar uma casa (Idem)?

Sobre a construção do conhecimento

Segundo Thagard (2005), a maioria dos cientistas cognitivos concorda que o conhecimento humano consiste em representações mentais. Considerando que comportamento surge, após estas representações mentais serem manipuladas por processos algorítmicos. Daqui se infere uma óbvia analogia com o funcionamento dos computadores digitais.

Cabe à Ciência da Mente procurar as estruturas das quais emergem compreensão e entendimento. Trata-se pois de algo mais do que a memória, e parece ter a ver com a percepção, a integração e a ação. Kolb elaborou um ciclo de aprendizagem, sustentado em Dewey e Piaget, com a proposta de que a aprendizagem parte da experiência, requer reflexão, da qual surgem abstrações que são testadas, levando a novas experiências e assim sucessivamente (Zull, 2002).

A resolução de problemas proposta por Polya (2004) assenta em quatro pontos: 1) uma compreensão clara do que é o problema, 2) a conexão entre as partes do problema e como se podem relacionar com que o ainda não sabemos do problema, 3) a execução de um plano de resolução, e 4) a revisão do problema e análise detalhada dos passos dados e dos resultados. Desde logo se nota a semelhança com o ciclo de aprendizagem, a necessidade de rever o caminho percorrido no processo de resolução de problemas. A abordagem de Polya está fortemente ligada à investigação da resolução de problemas, levada a cabo no campo do ensino da Matemática.

Apesar de ser aparentemente difícil assegurar a transferência de soluções e o treino de resolução de problemas de *insight*, a investigação de Chronicle, MacGregor e

Ormerod (2004) sugere foco em estratégias para gravar, memorizar e reutilizar soluções em vez de encorajar instruções gerais para pensar “fora da caixa”.

Tudo indica que um ciclo de aprendizagem incompleto é ineficaz, ou seja, uma situação que passe diretamente de tentativa erro para a descoberta e sem envolver reflexão não conduz a uma aprendizagem (Zull, 2002).

Newell e Simon, escolheram não introduzir na sua teoria qualquer relação com a parte física onde ocorrem os processos mentais. Dados os contributos da neurociência, consideramos importante introduzir aqui alguma informação sobre o tema. Que parte biológica sustenta esta estrutura? Poderemos associar ao funcionamento do cérebro, de uma forma geral, tornando mais específico se envolvermos o córtex sensorial, o córtex temporal, córtex frontal e a parte motora. Tal como a aprendizagem, está associada à passagem de uma memória de curto prazo, localizada no hipocampo e a sua passagem para o neocortex e aí fazer parte de uma memória a longo prazo (Anderson, 2010).

Investigação feita com problemas clássicos

A “Torre de Hanói” é um problema clássico e bem definido, tradicionalmente estudado e usado em demonstrações de processos de resolução de problemas. Consiste em movimentar uma pilha de discos de uma posição para outra (há três pilares disponíveis como localização), nenhum disco de dimensões superiores pode ficar por cima de um disco menor. Tomemos como referência os trabalhos de Egan e Greeno (1974) e de Luger e Bauer (1978), que usaram este problema para testar a hipótese de que a definição de subobjetivos facilita a resolução de problema. A investigação foi feita com problemas da “Torre de Hanói” mais complexos, onde alguns participantes tiveram oportunidade de resolver versões mais básicas antes da versão mais complexa. Os participantes que fizeram a versão mais simples antes, revelaram mais sucesso na resolução da variante mais complexa do problema.

A investigação de Anzai e Simon (1979) aprofundou o estudo de estratégias realizadas pelo mesmo sujeito em quatro tentativas diferentes de abordar a “torre de Hanói” com 5 discos. Este estudo exploratório identificou estratégias para serem estudadas em fase posterior.

Também foram relevantes os estudos com problemas isomórficos, ou seja, os problemas com a mesma forma ou a mesma estrutura relacional. Foi demonstrado pelos trabalhos académicos de Simon e Hayes (1976) que ligeiras diferenças na apresentação de um problema são suficientes para que eles sejam percebidos como problemas diferentes. Estes autores apresentaram um problema sobre cerimónia de chá, isomórfico com o quebra-cabeças “Torre de Hanói” a um grupo de participantes. A outro grupo de participantes, apresentaram um quebra-cabeças com monstros e globos também isomórfico com o quebra-cabeças da “Torre de Hanói”. Os desempenhos dos grupos foram claramente diferentes, apesar dos problemas serem isomórficos. As variações introduzidas na apresentação dos problemas levaram a que estes fossem encarados pelos participantes como quebra-cabeças de diferente nível de dificuldade. Em trabalhos mais recentes, os padrões de dados recolhidos sugerem que: a transferência de estratégias em problemas similares parece ser facilitada por uma revisão dos passos feitos e de nova representação do problema (Gamo, Sander & Richard, 2010).

Uma nota importante sobre como resolvemos problemas surge de Kotovsky, Hayes e Simon (1985): algumas regras, ou operadores, são mais facilmente aprendidas e isso contribui para a resolução de problemas. Ou seja, a resolução de problemas é facilitada pelos seguintes factores: os operadores serem mais identificáveis com aspetos do mundo real, ser possível usar uma memória externa (folha de papel, por exemplo) e as regras forem passíveis de serem apresentadas de forma organizada e explícita.

Para reforçar este efeito das regras na resolução de problemas, Kotovsky e Simon (1990) realizaram estudos com o problema do “anel chinês” e sugeriram que a sua dificuldade reside na identificação clara dos operadores.

Existe um conjunto de problemas a que chamamos “problemas de rio”, em que temos um rio que tem de ser atravessado por alguém e um conjunto de regras que restringe a passagem simples que poderia ser feita numa travessia de barco. Um dos exemplos mais conhecidos é o problema clássico dos missionários e canibais. Neste problema temos três missionários e três canibais, um barco com capacidade até duas pessoas e os missionários têm sempre de ficar em número igual ou superior aos canibais ou morrem. Apesar de parecer um jogo simples, envolve passos complexos no cálculo dos estados e na procura do melhor caminho. As possíveis soluções podem ser calculadas manualmente (Lim, 1992), podem também ser feitos diagramas de árvore para o resolver. Existem diversos programas de computador, disponíveis na internet, para tratar este problema clássico.

Thomas (1974) usou a variante “hobbits e orcs”, um problema em tudo igual aos “missionários e canibais” descrito anteriormente. Os dados que recolheu na sua investigação mostraram que no estado 5 a dificuldade aumentava devido ao aumento do número de opções e no estado 8 o movimento correto aparentemente afastava as pessoas do seu objetivo (e assim muitos sujeitos pensavam ter chegado a um beco sem saída). Aqui o movimento correto implicava voltar a realizar a travessia de barco com personagens que já estavam na margem de destino. Este movimento é essencial para garantir que todos chegam vivos ao final do problema.

Os autores Simon e Reed (1976) detetaram três heurísticas aplicadas na sua versão com 5 canibais e 5 missionários: balanço (equilibrar o número de missionários), análise de meios-fins (a partir de um ponto do problema), e “antiloop” (impedir uma total regressão do trabalho já conseguido). Parece pertinente destacar que numa situação em que o estado final do problema esteja mal definido, é possível o indivíduo

definir estados intermédios e movimentos racionais inferidos através do estado onde se encontra (Chronicle, MacGregor & Ormerod, 2004).

E para problemas mal definidos como os que encontramos no quotidiano? Problemas mal-definidos são aqueles cuja estrutura é complexa, e a inspiração da Inteligência Artificial para estes é uma abordagem não-algorítmica, mas heurística, inspirada na forma como os humanos resolvem problemas no dia a dia (Cordeschi, 2006). Imaginem o problema dos missionários e canibais na vida real, as pessoas podiam nadar, ou ir a reboque no barco. Lenato e Feigenbaum (idem) destacaram o uso de heurísticas, neste tipo de problemas, para produzir novas regras ou meta-heurísticas ao longo da resolução do problema. São métodos fracos (universais) usados para desenvolver posteriores abordagens específicas ao longo do processo de resolução do problema.

A resolução de problemas é um tema útil para diversos campos, o campo do ensino da Matemática já considera isto, mas o processo de resolver problemas tem utilidade para além desta disciplina. Um conjunto de estudos sintetizados por Erbas e Okur (2012) sugere que os alunos estão habituados a memorizar estratégias sem as pensar ou verificar, existindo situações onde se aplica dada estratégia num exercício normalizado mas com pequenas alterações a estratégia adequada já não é ponderada. Estes autores, conduziram um estudo sobre resolução de problemas, estratégias usadas e metacognição apenas focado em 5 alunos para explorar a complexidade destes processos cognitivos em termos de comportamento. Em termos pedagógicos elaboraram uma recomendação: investir muito mais nos processos meta-cognitivos. Destacando que os processos de meta-cognição, durante a resolução de um problema, alteram o espaço do problema e o caminho usado para chegar ao estado pretendido. A investigação clássica em problemas mal-definidos sugere que a resolução de um problema pode ser afetada: 1) pela exposição anterior a um problema mais simples, 2) pela forma como este é apresentado, e 3) como são entendidas as

regras de restrição dos operadores. As investigações apresentadas, destacam diferentes heurísticas utilizadas para lidar com diferentes tipos de problemas.

A procura de uma estratégia universal de resolução de problemas, independentemente da tarefa, ainda faz sentido na investigação. Visto que os métodos gerais e a procura heurística não aparentam ser fenómenos acidentais, ou seja, de alguma forma são recrutados e usados. Para alguns autores (German & Ofitserov, 1995), estes métodos universais são como uma abstração dos diferentes algoritmos concretos disponíveis em cada mente.

3. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Considerações Gerais

Considerando o estado da arte, este estudo avançou sob a perspectiva do trabalho de Newell e Simon para continuar a dissecar os processos de resolução de problemas (por oposição a um teste de hipóteses). Nesta perspectiva damos especial destaque teórico à proposta de novo paradigma de investigação de Ohlsson (2012), por ser complementar à teoria que orientou o nosso estudo e juntar a perspectiva multidisciplinar essencial para a Ciência Cognitiva. Daí termos focado a exploração das estratégias heurísticas usadas, a perceção do problema, os mecanismos de avaliação, as ações e os resultados obtidos.

Como forma de coletar dados, a fim de sustentar as nossas reflexões sobre os métodos disponíveis e os caminhos a explorar nesta área de estudo, elaborámos um exercício experimental fortemente estruturado pelos protocolos utilizados por Newell e Simon (1972c) e pela abordagem experimental de Erbas e Okur (2012), levando sempre em linha de conta a abordagem dos quebra-cabeças clássicos e os seus padrões de dados (Egan & Greeno, 1974; Anzai & Simon, 1979; Simon e Hayes, 1976; Kotovsky & Simon, 1990). Os termos e a linguagem foram normalizados pelas leituras do trabalho de Newell e Simon (1972c) e ainda de trabalhos de referência da Psicologia Cognitiva (Anderson, 2010; Eysenck & Keane, 2005).

Durante este capítulo, aprofundaremos as práticas utilizadas e todos os pormenores que permitam ao leitor acompanhar e recriar o estudo realizado. As opções metodológicas serão justificadas, assim como sustentadas as opções de avaliação da informação recolhida.

Participantes

Neste estudo foi solicitado o contributo de 36 participantes que responderam voluntariamente ao pedido de participação do estudo (pedido este feito pelas redes sociais e divulgado por colegas do mestrado e doutoramento em Ciência Cognitiva). Deste grupo, 10 são do género masculino e 26 do género feminino, todos maiores de idade (média das idades = 31, com desvio padrão = 3,1) e com habilitações literárias mínimas equivalentes ao 12º ano de escolaridade.

Inicialmente tínhamos pensado num grupo de 45 participantes, número este que não foi possível atingir por falta de inscrições, em tempo útil, na participação no estudo.

Considerações éticas

A todos os participantes foi solicitada pessoalmente a autorização para participação no estudo após explicação do mesmo, tal como foram explicadas as questões da confidencialidade, o direito a abandonar o estudo e o acesso total ao manuscrito final.

Os dados foram recolhidos sem informações que permitissem a identificação do participante. No final de cada recolha de dados, o investigador disponibilizou-se para qualquer esclarecimento adicional e foi feito o agradecimento pessoal pela participação no estudo.

Instrumentos e Material

Cada participante teve à sua frente papel e caneta, enunciados das tarefas e, no caso de estar associado à tarefa, documentos de apoio. Na recolha de dados foram usados um iPad e a aplicação AudioMemos (versão paga) para efetuar todo o registo áudio do Protocolo de pensamento em voz alta.

O instrumento Questionário de Auto Preenchimento (QAP) foi desenvolvido para o presente estudo como forma de recolher dados gerais e informação sobre a metacognição da resolução de tarefas (idade, data de nascimento, habilitações

literárias, objetivo de cada problema, o que podia fazer, se atingiu o objetivo, se já conhecia, que estratégias usou).

O Protocolo de Pensamento em Voz Alta (PPVA) são procedimentos comuns que foram utilizados por Newell e Simon (1972a; 1972b; 1972c) nos trabalhos clássicos de resolução de problemas e, de acordo com o enquadramento teórico, também utilizados pela Psicologia Cognitiva. Este tipo de protocolo consiste em registar as verbalizações dos processos conscientes envolvidos em dada tarefa experimental.

Foram respeitadas as recomendações da Xerox Corporation, aqui como entidade que sintetizou de forma clara, os cuidados essenciais a ter no decorrer de um protocolo de pensamento em voz alta, a saber:

- Ser neutro na interação social,
- Sondar sem enviesar,
- Resumir com palavras do participante, sem acrescentar,
- Dar tempo ao participante, sem presumir que ele está perdido, em ciclo ou impaciente, e
- Focar na tarefa e em questões para ter acesso a mais informações sobre o processo que o participante está a transmitir.

Tarefas

Cada participante realizou duas tarefas práticas. As tarefas realizadas, e a sua ordem, dependeram do grupo ao qual estavam associados. Das tarefas faziam parte dois problemas bem definidos e um problema mal definido.

A nomenclatura das tarefas ficou assim codificada:

- Problema 1 (bem definido – versão simplificada) – “orcs e hobbits”, um problema de rio tradicional, 3x3,

- Problema 2 (bem definido) – “missionários e canibais”, um problema de rio tradicional, 5x5, e
- Problema 3 (problema mal definido) – Escolheu-se um problema da vida real, que muitos alunos resolvem na escola: redação de um texto sobre a segunda Guerra Mundial, com possível recurso a 2 textos de apoio (cuja fonte foi a Wikipedia, com a entrada Segunda Guerra Mundial).

Para qualquer das tarefas não existiu limite de tempo.

Desenho experimental

Dado o nosso enquadramento teórico e a nossa vontade de explorar o tema em estudo, privilegiámos uma construção do desenho experimental que nos permitisse olhar para:

- As comparações das abordagens entre problemas bem definidos e mal definidos,
- As comparações das abordagens entre problemas bem definidos, após a resolução de uma versão simplificada e sem ter feito uma versão simplificada,
- Os dados de metacognição e de representação de dados,
- Os dados sobre o que os participantes recordam conscientemente da abordagem da tarefa que fizeram, e
- Os dados sobre a diferença na forma de ver o problema entre a leitura inicial e após a sua realização.

Com estes focos de observação, organizámos a distribuição dos participantes por três grupos (A, B e C) e com as seguintes tarefas:

Grupo A

Problema 2 (problema bem definido)

Problema 3 (problema mal definido)

Grupo B

Problema 3 (problema mal definido)

Problema 2 (problema bem definido)

Grupo C

Problema 1 (problema bem definido – versão simplificada)

Problema 2 (problema bem definido)

Partimos para a nossa recolha de dados com os seguintes pressupostos sobre o nosso desenho experimental:

- Nos grupos A e B, recolhemos dados para comparar qualitativamente as abordagens entre os diferentes tipos de problemas. Estes grupos realizaram as mesmas tarefas, com ordens trocadas;
- Nos grupos A e C, recolhemos os dados para comparar qualitativamente as abordagens entre problemas bem definidos. O grupo A fez como primeira tarefa o problema 2 e o grupo C fez o problema 2 depois de ter feito como primeira tarefa uma versão simplificada do mesmo.
- Com os dados recolhidos de todos os participantes e a informação obtida pelos questionários de autopreenchimento, procurámos resposta às restantes questões.

Procedimentos

Os dados foram recolhidos na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL), individualmente e em registo de áudio. A fim de minimizar a influência nas respostas, todos os participantes receberam por escrito todos os esclarecimentos e procedimento da recolha de dados (Anexo A) e os enunciados dos problemas (Anexo B). A todos os participantes foi solicitado consentimento informado (Anexo C).

A distribuição dos sujeitos pelos grupos foi aleatória. À entrada na sala de recolha de dados, os participantes receberam aleatoriamente um código alfanumérico

que indicou o grupo no qual foram integrados ao longo da sua contribuição experimental e o conjunto de tarefas a resolver.

As tarefas foram indicadas como tendo solução e sem limite de tempo para a sua resolução. Em nenhum dos momentos da recolha de dados foi utilizado qualquer cronómetro ou relógio, dando assim a cada participante todo o tempo necessário para cumprir o que lhe fora pedido. No final da resolução de cada tarefa, o participante preencheu o questionário.

Após cada recolha de dados, houve sempre uma conversa informal com cada participante, cujo objetivo foi o de agradecer a participação e disponibilizar um espaço para falar sobre o estudo.

Avaliação dos dados

Optou-se por não transcrever os resultados, obtidos através dos protocolos em voz alta, mas sim disponibilizá-los apenas em formato eletrónico (de acesso livre, em WAV para poder ser lido sem codecs adicionais, na seguinte localização electrónica: <https://www.dropbox.com/sh/o4eownic6j6t6y7/RGO5AxhiJu>). Para a avaliação do protocolo de pensamento em voz alta elaborou-se uma lista de estratégias retiradas da literatura. A avaliação dos ficheiros áudio foi feita por dois investigadores independentes, que receberam antecipadamente informação sobre o estudo, as normas de avaliação e um protocolo de voz alta modelo não utilizado no estudo final. Todos os protocolos de pensamento em voz alta e sua avaliação foram revistos pelo investigador, sem editar ou contestar os dados avaliados.

Seguem-se as estratégias tidas em conta neste estudo (que coincidem com a informação a que cada investigador independente teve acesso), um cruzamento entre a terminologia utilizada por Newell e Simon, a investigação de problemas clássicos e as grelhas de classificação utilizadas por Erbas e Okur (2012) no seu estudo. As

iniciais dentro de parêntesis referem as estratégias que foram representadas nos dados em bruto.

Lista de estratégias consideradas para avaliação dos dados obtidos no protocolo em voz alta:

1) Representação Externa: consideramos três diferentes formas de representação externa. Representação visual (RV) quando o participante recorreu a esquemas e desenhos; representação escrita (RE) quando recorreu a documentos escritos (inclui o voltar a ler o enunciado) ou escreveu, representação física (RF) quando utilizou algum objeto ou figuras feitas em papel de rascunho para resolver o problema.

2) De trás para a frente (TF) - a partir do estado final, o participante traçou o caminho inverso até ao estado pretendido. Deve ser contado quando o participante referiu especificamente que sabia onde queria chegar e que para atingir aquele ponto final tinha de fazer dada opção/movimento;

3) Recuar a estado anterior seguro (REC) – quando o participante voltou atrás um qualquer número de estados. Pode ser voltar ao início do problema assim como uma correção que implique voltar a uma situação já verificada anteriormente;

4) Procura equilibrar / procurar padrão (PP) - O participante procurou uma regra, quer equilibrando grupos, modelando uma forma de solução ou repetindo algo até chegar a um estado pretendido;

5) Resolve uma simplificação do problema / dividir em subobjectivos (SP) - participante tentou resolver o problema com condições que lhe facilitem a solução. Isto é, dividiu o problema em partes mais pequenas. Pode ser evidenciado como “vou

primeiro colocar o problema neste ponto, porque me parece mais fácil”. Ou eliminou alguma restrição para testar outras possibilidades;

6) Considera casos extremos (CX) - o participante explorou estados extremos com as variáveis sem alterar o problema.

7) Tentativa Erro (TE) - o participante avançou com uma solução claramente ao acaso e testou-a

8) Pensamento Lógico (PL) - o participante recorreu a operações lógicas para descartar combinações, foi uma procura mais longa onde metodicamente pegou em soluções, testou-as, colocou de parte as que não se adequaram e foi traçando um caminho lógico até chegar a um estado favorável.

9) Associação Livre de Ideias (AL) – O participante referiu em voz alta associações de ideias livres; e

10) Outras estratégias (OE) – o participante recorreu a uma estratégia diferente das enunciadas.

Os dados finais recolhidos de cada participante ficaram como uma sequência das estratégias usadas (exemplo: RV-TE-PL-solução). Cada desistência foi apontada e considerada no estudo, por querermos saber a estratégia utilizada.

Na avaliação dos questionários definimos quatro pontos de avaliação, com possibilidades para cada um destes pontos.

Lista dos pontos avaliados do questionário de autopreenchimento:

- a) O participante demonstrou consciência da estratégia usada na tarefa, após a conclusão da mesma? Possibilidades: “sim”, “não”, “não sabe/não responde”;

- b) O participante demonstrou uma avaliação adequada do seu desempenho, após a realização da tarefa? Possibilidades: “adequada”, “desadequada”, “não responde”;
- c) O participante indicou ter uma visão diferente do problema, após tentativa de o resolver? Possibilidades: “igual”, “diferente”, “não sabe/não responde”;
- d) O participante indicou que faria uma abordagem diferente se tivesse de resolver o mesmo problema de novo? Possibilidades: “sim”, “não”, “não sabe/não responde”.

Como esclarecimento adicional, os pontos 1 e 2 da lista supra indicada implicaram olhar para as estratégias utilizadas pelos participantes (obtidas na avaliação do respetivo protocolo de pensamento em voz alta) e comparar com as respostas dadas no questionário de autopreenchimento. Os pontos 3 e 4 foram obtidos por resposta direta.

Tratamento de dados

Os dados recolhidos são de ordem nominal, optou-se pela contagem da sua frequência e, quando necessário, frequência relativa percentual.

Com a informação dada neste capítulo, cobrimos os aspetos procedimentais que permitiram a recolha de informação e as formas de avaliação dos mesmos que permitiram a obtenção dos resultados.

4. RESULTADOS

No presente capítulo apresentaremos os dados que obtivemos. Para agilizar a leitura do documento, os dados em brutos estão disponibilizados em anexo e nesta secção figuram apenas os dados relevantes para o estudo.

Foram realizados protocolos de pensamento em voz alta a 36 participantes, dos quais 10 (27,78%) são do género masculino e 26 (72,22%) do género feminino. A média de idades é de 31 anos, e o desvio-padrão é de 3,1.

Dados dos protocolos de pensamento em voz alta

Uma questão inicial que foi avaliada foi o conhecimento prévio das tarefas em mãos. Apenas um participante referiu conhecer o problema 1 (“orcs e hobbits”) e a sua solução, os restantes afirmaram que não o conheciam diretamente apenas conheciam o género de problema. Nenhum participante referiu conhecer o problema 2 (“missionários e canibais”).

Tabela 1 – Participantes que chegaram à solução, distribuição por tarefas.

Tarefa	Participantes que chegaram à solução
Problema 1 (orcs e hobbits x3)	12 (100%)
Problema 2 (missionários e canibais x5)	14 (38,8%)
Problema 3 (escrever texto)	24 (100%)

Ao analisarmos a diferença de resultados entre as tarefas apresentadas, notamos um evidente padrão: o que levantou problemas aos participantes foi o problema 2.

De 24 participantes (distribuídos pelos grupos A e B) que tiveram como tarefa o problema 3 (o problema mal definido), todos o levaram até ao fim.

Dos 12 participantes (Grupo C) que tiveram como tarefa o problema 1 (o problema bem definido mais simples), todos chegaram a uma solução.

O problema 2 foi a tarefa comum a todos os participantes deste estudo, dos 36 participantes, e apenas 14 o conseguiram resolver (equivale a 38,8% do número total de participantes).

Sabendo que o problema 2 é aquele que todos os participantes tiveram como tarefa, é importante saber se existiu diferença da sua resolução por grupo.

Tabela 2 – Participantes que chegaram à solução do problema 2, distribuídos por grupos.

Grupo	Participantes que chegaram à solução
A	3 (25%)
B	4 (33,33%)
C	7 (58,33%)

Houve mais participantes do grupo C a chegarem à solução do problema 2 (“missionários e canibais”).

No grupo A, 3 dos 12 participantes chegaram à solução pretendida.

No Grupo B, chegaram à solução quatro participantes, ou seja, apenas mais um participante que chegou à solução do problema em comparação com o grupo A.

E o Grupo C destacou-se dos outros dois com 7 participantes que chegaram à solução.

Quanto às estratégias usadas pelos participantes, o primeiro destaque vai para a estratégia usada no primeiro contato com o problema.

No grupo A, a estratégia principal para o problema dos “missionários e canibais” foi a representação visual, e no caso do problema da escrita de um texto foi a associação livre de ideias. Para entrarmos em maiores detalhes, o problema 2 foi inicialmente abordado com representações visuais no papel por 9 participantes, com casos extremos por parte de 1 participante e tentativa erro por 1 participante. Ainda neste grupo, o problema 3 foi inicialmente tratado por associação livre de ideias por 10 participantes, de trás para a frente por 1 participante e com representação escrita por 1 participante.

No grupo B, o problema 3 foi inicialmente tratado com estratégias distribuídas de igual forma ao grupo A, ou seja, 10 participantes usaram associação livre de ideias, 1 participante trás para a frente e 1 participante recorreu à representação escrita. Quanto ao problema 2, e ainda no grupo B, a representação visual foi a estratégia mais utilizada como primeira opção, por 7 participantes, seguida do uso da tentativa erro por 4 participantes e a associação livre de ideias apenas usada por 1 participante.

Os participantes do grupo C, resolveram o problema 1 com a seguinte distribuição de estratégias iniciais, 9 participantes usaram como primeira opção a representação visual, 2 recorreram à associação livre de ideias e 1 participante optou pela representação escrita. Já no problema 2, e ainda no Grupo C, 7 dos participantes recorreram à procura de padrão como primeira estratégia e 5 optaram pela representação visual. Claramente os participantes do grupo C têm uma abordagem inicial no problema 2 bem diferente das opções feitas pelos participantes dos grupos A e B.

De forma geral, os participantes no primeiro contacto com um problema bem definido optaram pela representação visual do problema, depois tentativa erro e procura de um padrão (nos protocolos há várias referências sobre como procurar um equilíbrio entre os dois grupos a atravessar o rio). No caso do problema mal definido, as estratégias parecem ser: 1) associação livre de ideias, seguido de definição do estado final e depois parágrafo por parágrafo até chegar ao estado pretendido, e 2) associação livre de ideias, subobjetivo até chegar a um momento em que se considera concluído.

Das observações registadas ao ouvir os protocolos de pensamento em voz alta é de destacar que todos os participantes, na execução das tarefas, recorreram a memórias externas (fossem esquemas, tabelas ou a leitura de documentos). Os participantes repetiram constantemente movimentos (nos problemas bem definidos) quando não atualizaram a memória externa (visual ou escrita), ignoraram a posição do barco /maquineta e confundiram estados novos com outros estados testados (exemplo: consideraram Estado A = Estado B, quando Estado A \rightarrow 2 Canibais e 2 missionários na margem inicial, 3 canibais e 3 missionários na margem de destino e Estado B \rightarrow 3 Canibais e 3 missionários na margem inicial, 2 canibais e 2 missionários na margem de destino). Aparentemente sem recorrer a uma memória externa, o participante podia entrar em ciclo sem consciência disso.

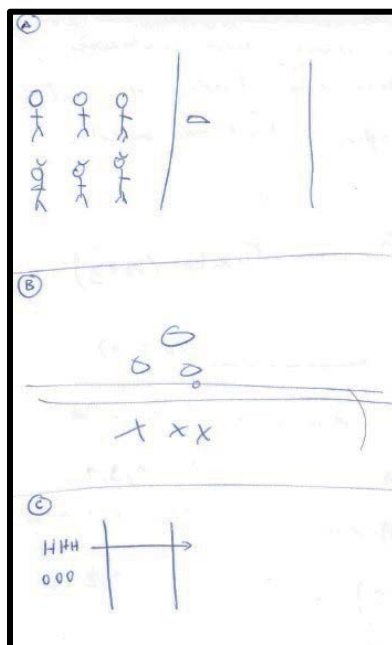


Figura 2 – Reconstrução da alteração das representações visuais ao longo do problema.

Apesar de não ser contemplada pela avaliação escolhida, é curioso que a compreensão do problema e o avançar de estado, levou muitas vezes a pequenas alterações nas representações visuais. Como exemplo, num novo esquema eliminar fatores de distração (representação dos diferentes personagens passou a ser mais claro, substituição de bolas e cruzes por M, no caso dos missionários, e C, no caso dos canibais).

Alguns participantes do grupo C, não conseguiram compreender as representações feitas para resolver o problema 1 e comentaram “pena que não fui mais organizado” ou “ah se eu percebesse o que está aqui!”. Isto aconteceu no momento em que tentaram aceder à memória externa para verificar a estratégia utilizada para chegar à solução.

Dados obtidos a partir dos questionários de autopreenchimento

Tabela 3 - Dados sobre o que os participantes recordam conscientemente da abordagem à tarefa, independentemente da sua ordem de execução.

	Problema 1	Problema 2	Problema 3
C. Completa	75% (9)	55,56% (20)	62,5% (15)
C. Parcial	25% (3)	44,44% (16)	37,5% (9)
Ausência de C.	0	0	0

A maioria dos participantes, nos três problemas, recordou conscientemente as opções feitas para lidar com as tarefas em mãos. Em termos percentuais, houve menos participantes com consciência completa das estratégias usadas no problema 2.

Tabela 4 - Dados da adequação da avaliação da tarefa, após a realização da mesma e independentemente da ordem da execução da tarefa.

	Problema 1	Problema 2	Problema 3
Adequada	83,33% (10)	72,22% (26)	70,83% (17)
Desadequada	16,67% (2)	27,78% (10)	29,17% (7)

De acordo com os dados recolhidos, a grande maioria dos participantes mostrou uma avaliação adequada do seu desempenho nas três tarefas experimentais. Registrando-se apenas uma ligeira diferença no problema 1, a percentagem de participantes com avaliação adequada é superior.

Informação da representação de dados

Nos problemas bem definidos, todas os sujeitos usaram representações visuais dos problemas (desenhos e/ou diagramas). No problema mal definido a representação escrita foi a opção mais comum (listar os pontos do texto importantes).

Apenas duas pessoas optaram por utilizar representações físicas do problema 2 para o resolver, aqui representação física significa que utilizaram a folha para representar bonecos (missionários e canibais) para testar e eliminar possibilidades de movimentos. Estas pessoas que recorreram a representações físicas, usaram representações visuais para complementar a primeira representação.

Tabela 5 - Dados sobre diferença da forma de ver o problema entre a leitura inicial e após a sua realização, independentemente da ordem de execução da tarefa

	Problema 1	Problema 2	Problema 3
Problema Igual	33,33% (4)	41,67% (15)	41,67% (10)
Problema Diferente	50% (6)	27,78% (10)	20,83% (5)
N sabe / N responde	16,67% (2)	30,55% (11)	37,5% (9)

As distribuições da percepção do problema, depois da sua resolução são muito semelhantes nos problemas 2 e 3. A grande fatia dos participantes vê o problema de igual maneira, logo seguido por “não sabe / não responde” e uma parte menor de participantes vê o problema de forma diferente depois de o ter enfrentado. No problema 1, metade vê-o de forma diferente após ter chegado à sua solução.

Tabela 6 - Dados sobre se a abordagem seria diferente estando na presença do mesmo problema, independente da ordem de execução da tarefa

	Problema 1	Problema 2	Problema 3
Sim	41,67% (5)	50% (18)	33,33% (8)
Não	50% (6)	38,89% (14)	58,33% (14)
N sabe / N responde	8,33% (1)	11,11% (4)	8,33% (2)

No problema 1, metade dos participantes abordaria o problema da mesma maneira e um número quase igual, mas ligeiramente inferior, utilizaria uma estratégia diferente.

No problema 2, metade dos participantes abordaria de forma diferente o problema e uma percentagem menor faria igual.

No problema 3, a maioria dos participantes faria o problema de forma igual e uma percentagem menor abordaria o problema de forma diferente.

5. DISCUSSÃO

Foi extremamente complicado conseguir 45 participantes para a recolha de dados, a nossa opção inicial. Tornou-se particularmente difícil obter a participação de indivíduos do género masculino. A experiência foi apresentada como um estudo de raciocínio humano, para evitar pesquisas prévias do tema “resolução de problemas” e assim evitar que fossem consultadas antes as soluções para as tarefas a realizar. Apenas se conseguiram 36 participantes, durante os meses de junho, julho e de agosto de 2013.

O instrumento (protocolo de pensamento em voz alta) utilizado para recolher dados é uma forma bastante interessante de recolher dados e, quem sabe, um bom ponto de partida para a construção de instrumentos que permitam quantificar dados para uma eficiente procura de mecanismos gerais. Apesar de esta informação estar de alguma forma registada na literatura, há pelo menos um tópico que parece ignorado: é possível utilizar protocolos de pensamento em voz alta de forma diferente? Não é fácil enunciar em voz alta tarefas cognitivas, além de só podermos verbalizar a parte consciente do processo. De acordo com Salomon, Maglieano e Radvansky (2013) o processo de verbalizar num momento de registo provocará alguma carga cognitiva nos processos mentais a decorrer. Coloca-se igualmente a questão de o participante estar a verbalizar em frente a um desconhecido, fator que pode provocar algumas alterações às respostas, seja por motivos emocionais ou de interação. Como Thagard (2005) alerta: a teoria computacional da mente tem de se expandir para lidar com estes dois tópicos. De registar que as informações recolhidas por este instrumento foram muito ricas e, pelo desenho experimental optado muita dessa informação não pôde ser aprofundada. Uma sugestão seria num único estudo, aprofundar menos participantes, e colocar cada um dos participantes em mais tarefas.

Dos três problemas que foram usados como tarefas experimentais, o problema 2 (“missionários e canibais”) foi aquele que claramente levantou mais dificuldades aos participantes. Sabíamos desde o início que era o problema bem definido mais complexo. A nossa expectativa era que, em comparação com o problema 1, o número de participantes a chegar a uma solução fosse menor.

O problema 3 por ser mal definido permitia uma vasta gama de respostas, o que fez com que todos os participantes chegassem a uma solução aceite pela experiência. Haveria forma de não chegar a uma solução no problema 3? Uma opção que não contemplámos nas nossas expectativas. É certo que algum participante podia ter desistido, mas não aconteceu. A qualidade ou número de palavras usadas ou coerência interna não foram obrigatórias. Talvez tivesse sido útil utilizar um problema

mal definido com alguma restrição (neste caso, poderia ter sido o número de palavras) ou então um dilema moral que obrigasse o participante a ser mais exigente com a solução apresentada.

O problema 1 foi um problema em que todos os participantes chegaram à solução, independentemente do número de movimentos feitos. Dever-se-à isso ao facto de ser um problema fácil? Ou ao facto de ser um problema comum? Este problema de “orcs e hobbits” é um problema de rio simples, onde também se notaram os pontos de dilema referidos pela literatura (Thomas, 1974; Anderson, 2010).

Houve mais participantes do grupo C a resolver o problema 2. Este padrão nos resultados é consistente com os dados teóricos. Neste grupo, os participantes abordaram o referido problema depois de terem lidado com uma versão mais simples do problema (o problema dos “orcs e hobbits”). Um resultado em total consonância com os trabalhos de Egan e Greeno (1974) e de Luger e Bauer (1978). Claro que nos podemos perguntar, “se todos os participantes deste grupo solucionaram o problema 1, por que razão nem todos os participantes aprenderam a estratégia correta para aplicar no problema 2?”. Talvez tenham chegado à solução do problema 1, sem prestar muita atenção ao caminho percorrido no espaço do problema, caminho este que também pode não ter sido revisto mentalmente. Sabemos pelo trabalho de Gamo, Sander e Richard (2010) que a transferência de estratégias em problemas similares não é imediata e exige meta-cognição sobre a resolução do primeiro problema. Esta meta-cognição é também sugerida por Polya (2004) como fator de sucesso de transferência do conjunto de estratégias para problemas de estrutura semelhante.

A forma diferente como o problema 2 foi abordado pelos participantes do grupo C, com o uso da estratégia “procura padrão ou regra” sugere que houve um reconhecimento das características base do problema, provavelmente por estes já terem feito algo parecido como primeira tarefa. Nos grupos A e B, foram mais próximos em resultados e em nenhum deles os participantes usaram a estratégia referida como primeira abordagem. Apesar de ser um número pequeno de participantes, os dados sugerem que, pelo facto de o problema 2 ter sido colocado após o problema 1, os participantes terão lidado com ele de forma diferente. O espaço do problema parece ser circunscrito por ter existido um problema com estrutura semelhante, existindo uma tentativa de modelação do problema anterior (daí a procura do padrão) e não uma alteração de heurísticas ao longo do processo de solução. Talvez possamos pensar que existe um reconhecimento do problema que influencia a escolha da estratégia de abordagem, mas nem sempre coexiste com um entendimento consciente de como se chega à solução.

Este dado pode ser pensado à luz da educação. Na explicação de uma matéria a resolução de problemas de dificuldade gradual pode dar ao aluno uma sensação de

aprendizagem, mas será que esta melhoria de desempenho permanece ao longo do tempo ou é apenas um reconhecimento temporário de uma estrutura problema resolvido muito recentemente? É semelhante ao descrito por Erbas e Okur (2012): há alunos que resolvem determinados problemas mas que deixam de conseguir resolvê-los quando são introduzidas pequenas alterações. Ou seja, quando há tarefas semelhantes encadeadas é possível ter sucesso sem que o agente armazene a aprendizagem feita. Podemos recorrer ao ciclo de aprendizagem de Kolb (Zull, 2002) e dizer que este está incompleto sem uma reflexão sobre o ser capaz de fazer algo.

Como foi abordado inicialmente o problema mal definido? Na maioria dos participantes, este foi abordado inicialmente com associações livres, como se cada um recorresse a um grande número de informação memorizada sobre o assunto e nos casos em que recorreram a documentos foi para procurar informações específicas (datas, países, entre outras). Este problema causava uma possibilidade de diversos espaços de problema, com tamanhos e naturezas diferentes. Podemos pensar que na ausência total de um objetivo e com um tema vasto, os participantes parecem ter recorrido à sua memória interna para procurar tópicos associados e depois definirem objectivos, tal como sugerido por Simon (1973) e pelos investigadores Lenato e Feigenbaum (referenciados por Cordeshi, 2006). Voltando a referir Simon (1973), os dados recolhidos aparentemente suportam que um problema mal definido é convertido num problema bem definido para ser resolvido. Ou que talvez esta definição de problemas (bem definidos e mal definidos), como referido na literatura corrente, não seja assim tão clara.

Avaliação da tarefa é adequada após a realização da mesma e independentemente da ordem da execução da tarefa.

Os dados recolhidos sugerem que há uma avaliação adequada da tarefa, mesmo em participantes que não alcançaram a solução, após a realização da mesma, sugerindo mecanismos de avaliação presentes durante a execução da tarefa. Serão estes mesmos mecanismos que nos permitem criar estados intermédios numa situação de o estado final estar mal-defindo (Simon, 1973)?

Durante a execução de uma tarefa, ocorrem processos e é possível recordá-los adequadamente. Se as pessoas podem escolher ações, antecipar resultados e avaliar o que estão a fazer, talvez possamos afirmar que está a ocorrer uma procura heurística (Ohlsson, 2012) e que esta tem algo de consciente.

A representação de dados, independentemente da ordem de execução da tarefa

Todos os participantes recorreram ao uso de memória externa em todas as tarefas. Houve momentos de *loop* de alguns participantes (nos problemas bem definidos), por ausência de atualização da representação externa, repetindo movimentos como se estivessem a fazê-los pela primeira vez.

A codificação/representação em memória externa parece ser muito importante na resolução de problemas. De notar que esse dado não tinha como ser avaliado no estudo e foi dos pontos que suscitou maior curiosidade. Os problemas bem definidos podiam ter sido resolvidos com diagramas, como sugerido por Lim, (1992), mas não foram. Maioritariamente foram trabalhadas representações visuais (desenhos com um rio e bonecos a representar as personagens) e essas é que permitiram a alguns participantes chegar à solução. No campo dos computadores digitais, Luger (2005), já tinha chamado atenção para a importância da representação do conhecimento. A representação gráfica evoluiu à medida das necessidades dos participantes, como se para deixar espaço livre na memória de curto prazo para outras procuras no espaço do problema.

Conforme referido na secção dos dados, alguns participantes procuraram decodificar diagramas anteriores para perceberem o que tinham feito. Como não conseguiram por já terem riscado, atrasaram o processo de resolução. Em termos da importância prática, também na educação será útil estudar o impacto de ensinar a procurar formas adequadas de representar espaços de problemas em memória externa.

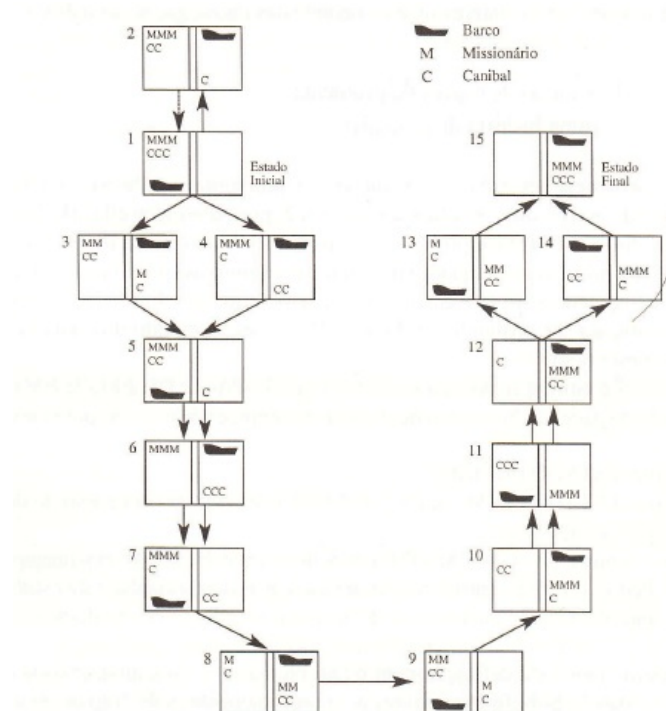


Figura 3. Representação visual da resolução dos missionários e canibais (3x3), problema igual aos hobbits e orcs (Eysenk & Keane, 2005).

Consideremos uma anotação diferente (*hobbits*, *orcs*, *barco*), estado inicial (3,3,1) representando apenas uma margem. Teríamos a seguinte resolução: (3,1,0); (3,2,1) (3,0,0); (3,1,1); (1,1,0); (2,2,1); (0,2,0); (0,3,1), (0,1,0); (0,2,1); (0,0,0). Bem diferente da representação visual que pode confundir, mas os mesmos 11 passos (de resolução ideal). Estamos perante o mesmo espaço problema, apenas anotamos os estados de forma diferente. Será que ensinar formas diferentes de representação de conhecimento seria útil na educação?

O que os participantes recordam conscientemente da abordagem da tarefa que fizeram, independentemente da ordem de execução da tarefa.

Os dados recolhidos mostram uma maior consciência das estratégias utilizadas nos dois problemas em que todos os participantes chegaram à solução. Será que por motivos de memória de trabalho, quando um conjunto de heurísticas não funciona ele é descartado da memória de trabalho? Dito de outra forma: a consciência das estratégias utilizadas é facilitada por um bom desempenho?

Esta consciência do rasto feito no espaço do problema, pode estar associada à estrutura da tarefa. Uma tarefa mais complexa necessita de registar simbolicamente mais informação e obriga o sistema de processamento de informação recorrer ao uso da memória de longa duração, tal como sugerido por Newell e Simon (1972c).

Houve destaque de alguns participantes da mudança consciente da perceção do problema, logo para estes houve uma clara alteração do espaço problema. Desconhecemos se tem a ver com a solução.

Estes dados, relativos à consciência do que se fez na tarefa e à avaliação do desempenho na mesma, recolhidos posteriormente à execução da tarefa parecem estar ligados. É necessário equacionar em outras formas de os recolher e relacionar aos dados dos diferentes métodos de recolha. Igualmente importante é reflectirmos na questão: que dados precisamos de recolher? Explorar as associações feitas por cada participante, podem abrir novas portas a possíveis respostas.

A forma que usámos para avaliar o protocolo de pensamento em voz alta foi útil para este estudo. Presentemente, num momento em que o trabalho de investigação está quase terminado, percebemos que ao procurarmos apenas as estratégias usadas colocámos de parte um grande número de informações úteis. Conseguimos introduzir no corpo do trabalho algumas notas, como certas observações feitas por participantes, outras ficaram por usar (como as diferenças das representações visuais colocadas em

memória externa). Se o estudo começasse hoje, seria útil considerar apenas 5 protocolos de pensamento em voz alta (apenas os participantes que quem chegassem à solução e cuja verbalização no protocolo fosse rica) e dissecar os processos usados mais profundamente. Continua a ser verdadeiro o constatado por Newell e Simon (1972a), ainda falta muito trabalho de “arqueologia”, no âmbito da resolução de problemas, para podermos focar em testes de hipóteses. Dito de outra forma, podemos reformular: um ponto de vista interessante para investigar a resolução de problemas seria investir em abordagens exploratórias.

6. CONCLUSÃO

A teoria de Newell e Simon continua atual no tratamento do tema de resolução de problemas e pode ser aplicada em problemas mal definidos, complementando com o foco em processos cognitivos integrados na resolução de problemas. Este novo paradigma na investigação é ideal para unir os conhecimentos e estudos na ótica da Ciência Cognitiva.

Os dados recolhidos pelo estudo aqui apresentado apresentam um padrão de que a transferência entre problemas similares não é imediata. Fazendo pensar que processos de identificação entre problemas similares nem sempre estão ligados a lembrar a sua solução.

Os dados reforçam que a forma como os problemas semelhantes são encadeados parece influenciar a escolha da estratégia utilizada para abordagem inicial e o resultado alcançado, suportado pelos dados do problema 2. Que existe um mecanismo de avaliação de desempenho e que talvez esteja relacionado com o processo de ver o problema de forma diferente e com a sensação que o problema será abordado de forma diferente numa próxima exposição à mesma situação.

Os dados recolhidos sugerem que na presença de um problema mal definido este é convertido para um problema bem definido a fim de ser resolvido, que realizar uma versão simplificada do problema ajuda na resolução da versão mais complexa, que uma solução pode ser alcançada sem consciência nem transferência da mesma.

O presente estudo cumpre aquilo a que se propôs, explorar e abrir caminhos, lançado algumas bases para futuras investigações. Se fosse iniciado hoje, muitas das nossas escolhas iniciais seriam diferentes, pois ao longo da exploração deste tema o investigador deparou-se com dificuldades, corpos teóricos diversificados e questões que não couberam na possibilidade temporal de realização deste estudo. Tal como referimos na terminologia que aqui usamos, o nosso espaço do problema foi-se alterando ao longo da sua resolução.

Em termos metodológicos há ganhos em explorar mais profundamente processos de resolução de problemas. Protocolos de pensamento em voz alta produzem material rico de análise e se forem complementados com outros instrumentos poderão dar-nos um insight sobre como abordar este problema de investigação.

Estudar a representação visual ou escrita e a sua evolução ao longo de resolução de problemas parece ser um passo interessante para estudos exploratórios. Assim como introduzir tarefas de meta-análise para fechar ciclos de aprendizagens e assim confirmar a incidência de transferência de heurísticas. Uma possibilidade seria dedicar estudos exploratórios à criação e alteração do espaço do problema. Continuar

a investir em protocolos de pensamento em voz alta com grupos treinados para isso, que ajudarão a elaborar questionários de apoio (prévios e posteriores) mais eficientes, que ajudem a clarificar a informação necessária parecem ser bons caminhos a explorar até se obterem dados suficientes para a construção de um instrumento multidisciplinar que permita avançar mais no estudo da resolução de problemas e da sua aplicação prática.

Este estudo tem limitações, como o reduzido número de participantes e a ausência neste campo de investigação de instrumentos que permitam ligar as várias componentes da resolução de problemas.

A investigação é um processo que decorre continuamente, mas é preciso decidir quando o estudo tem de ser concluído. Muito foi aprendido ao longo do processo, entre trajectórias que merecem um investimento reforçado e caminhos a evitar. Termina-se o estudo com mais questões de investigação do que aquelas que se nos colocaram inicialmente, com vontade de aprofundar estudos multidisciplinares e procurar novos desenhos experimentais e com a certeza de que resolver problemas é muito mais do que pensamos.

Referências Bibliográficas

Anderson, J. R. (1993). Problem Solving and Learning. American Psychological Association, 48(1), 35-44.

Anderson, J. R. (2010). Problem Solving. In J. Anderson (Ed.), *Cognitive Psychology and its Implications* (pp. 209-241) (7th ed.). New York: Worth Publishers.

Anzai, Y., & Simon, H.A. (1979). The theory of learning by doing. *Psychological Review*, 86, 124–180

Charles, R, Lester, F., & O'Daffer, P. (1987). How to Evaluate Progress in Problem Solving. National Council of Teachers of Mathematics, Reston.

Chronicle, E. P., MacGregor, J. N., & Ormerod, T. C. (2004). What Makes an Insight Problem? The Roles of Heuristics, Goal Conception, and Solution Recoding in Knowledge-Learn Problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, Vol 30, Nº 1, 14-27.

Condell, J., Wade, J., Galway, L., McBride, M., Gormley, P., Brennan, J., Somasundram, T. (2010). Problem Solving Techniques in cognitive science. *Artificial Intelligence Review* 34: 221 -234.

Cordeschi, R. (2006). Searching in a maze, in search of knowledge issues in early artificial intelligence. O. Stock and M. Schaerf (EDS.): *Aiello Festschrift*, LNAI 4155, pp. 1-23, 2006. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Costermans, J. (2001). *As atividades cognitivas: raciocínio, decisão e resolução de problemas*. Coimbra, Portugal: Quarteto.

Egan, D.W., & Greeno, J.G. (1974). Theories of rule induction: Knowledge acquired in concept learning, serial pattern.

Erbas, A. K., & Okur, S. (2012). Researching students' strategies, episodes, and metacognitions in mathematical problem solving. *Quality & Quantity: International Journal of Methodology*, 46(1), 89–102.

Eysenck, M. & Keane, M. (2005). Problem Solving: Puzzles, insight, and expertise. In M. Eysenck & M. Keane (Ed.), *Cognitive Psychology A Student's Handbook* (pp. 431-467) (4th ed.). New York: Psychology Press.

Funke, J. (2013). Human Problem Solving in 2012. *Journal of Problem Solving*, 6(1), pp.02-19.

Gamo, S., Sander, E. & Richard, J.(2010). Transfer of strategy use by semantic recoding in arithmetic problem solving. *Learning and instruction*, 5(20), pp 400-410.

German, O. V. & Ofitserov, D. (1995). Problem Solving: Methods, Programming, and Future Concepts (Studies in Computer Science and Artificial Intelligence). Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science.

Getzels, J. W. (1979). Problem Finding: a Theoretical Note. *Cognitive Science* 3, 167-172 (1979).

Kotovsky, K., & Simon, H. A.(1990). *Why Are Some Problems Really Hard: Explorations in the Problem Space of Difficulty*. *Cognitive Psychology*, 22, pp.143-183.

Lim, R. (1992). Cannibal and Missionaries. *APL Quote Quad*, 135-143.

Luger, G. F & Bauer, M. A (1978). *Transfer effects in isomorphic problem situations*. *Acta Psychologica*, Volume 42 (2), pp 121–131.

Luger, G.F. (2005). *Intelligence - Structures and strategies for complex problem solving* (Fifth Edition). Pearson Education: England.

Merriam, S.B. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education*. Jossey-Bass, San Francisco.

National Research Council (2012). Problem Solving, Spatial Thinking, and the Use of Representations in Science and Engineering. In National Research Council (Ed), *Discipline-Based Education Research: Understanding and Improving Learning in Undergraduate Science and Engineering* (pp. 75-118). Washington, USA: The National Academies Press.

Newell, A. & Simon, H. A. (1972a). Information Processing Systems (pp. 19-52). In A. Newell & H., Simon (Ed.), *Human Problem Solving*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Newell, A. & Simon, H. A. (1972b). Problem Solving (pp. 87-140). In A. Newell & H., Simon (Ed.), *Human Problem Solving*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Newell, A. & Simon, H. A. (1972c). The theory of human problem solving (pp. 787-868). In A. Newell & H., Simon (Ed.), *Human Problem Solving*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Newell, A. (1999). Problem Solving. In R. A. Wilson & F. C. Keil (Ed.), *MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences* (pp.674-676). EUA: MIT.

Ohlsson, S. (1980). *Strategy grammars: An approach to generality in computer simulations of human reasoning*. Proceedings of the AISB-80 Conference on Artificial Intelligence, Amsterdam, The Netherlands, July 1–4

Ohlsson, S. (2012). "The problems with problem solving: reflections on the rise, current status, and possible future of a cognitive research paradigm." *The Journal of Problem Solving*, vol. 5. 1 pp. 101-128

Pappas, S. , Ginsurg, H. P. & Jia, M. (2003) Differences in young children's metacognition in the context of mathematical problem solving. *Cogn. Dev.* 18 (3), 431-450.

Polya, G. (2004). *How to solve it. A new aspect of mathematical method* (Expanded Princeton Science Library Edition). Princeton, USA: Princeton University Press.

Posamentier, A. S., Krulik, S. (1998) *Problem-Solving Strategies for efficient and elegant solutions*. Corwin Press Inc., California.

Russel, S. & Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence: a modern approach*. (3rd Edition). New Jersey, USA: Pearson Education.

Salomon, M. M., Magliano, J. P. & Radvansky, G. A. (2013). Verb aspect and problem solving. *Cognition* 128 (2013), 134-139. Elsevier

Schoenfeld, A. (1992). Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. Grows, D. A. (ed), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, pp.334-370. Macmillan, New York.

Shanahan, M. (2009) "The Frame Problem", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2009 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/win2009/entries/frame-problem/>>.

Simon, A. H (1973). *The Structure of Ill Structured Problems*. *Artificial Intelligence*, 4, 181-201.

Simon, H. A., & Hayes, J.R. (1976). The understanding process: Problem isomorphs. *Cognitive Psychology*, 8,165–190.

Simon, H.A., & Reed, S.K. (1976). Modelling strategy shifts on a problem solving task. *Cognitive Psychology*, 8.

Thagard, P. (2005). *Mind. Introduction to Cognitive Science* (2nd Edition). Cambridge, USA: MIT Press.

Thomas, J.C. (1974). An analysis of behaviour in the hobbits-orcs problem. *Cognitive Psychology*, 6,257–269.

Weisberg, R. W. (1996). Prolegomena to theories of insight in problem solving: A taxonomy of problems. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *The nature of insight* (pp. 157–196). Cambridge, MA: MIT Press.

Wilson, R. A., & Keil, F. C. (eds.), 1999. *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*, Cambridge, MA: MIT Press.

Xerox Corporation, Methods for Successful "Thinking Out Loud" Procedure, In *Usability Analysis & Design*. Disponível: http://www.stcsig.org/usability/topics/articles/tt-think_outloud_proc.html

Zull, J. E. (2002). *The art of changing the brain. Enriching the practice of teaching by exploring the biology of learning.* Virginia, USA: Stylus Publishing.

ANEXO A

INSTRUÇÕES DE PARTICIPAÇÃO

No início da sua participação, receberá um código alfanumérico aleatório. Essa será a sua identidade nos documentos recolhidos para assegurar a sua confidencialidade.

Este estudo divide-se em duas partes.

Na parte UM terá duas tarefas nas quais deve descrever o que está a fazer para as resolver (pensar em voz alta). Aqui o que nos interessa é como está a pensar. Esta parte será gravada em áudio e o investigador não poderá dar qualquer esclarecimento após o início da gravação (o investigador pode encorajá-lo a explorar mais detalhadamente um tópico). No caso de ter uma tarefa que necessite de escrever algo, sinta-se à vontade para o fazer, assim como para usar conhecimento seu e/ou do material disponível (apenas diga em voz alta o que escolheu fazer e como).

Na parte DOIS terá de preencher um questionário e poderá solicitar qualquer esclarecimento ao investigador, o único registo serão as suas respostas escritas.

Na sua mesa de resposta tem papel, caneta e documentos de apoio. Pode usar o que quiser e/ou recorrer ao seu próprio material de escrita se assim o desejar.

Tem todo o tempo que quiser para realizar as tarefas propostas

Pode interromper o estudo a qualquer momento.

No final da recolha de dados tem oportunidade de esclarecer qualquer dúvida sobre a natureza do estudo com o investigador.

Muito obrigado pela sua participação!

Jorge Amorim

jorge.amorim@gmail.com

ANEXO B

ENUNCIADOS DOS PROBLEMAS APRESENTADOS

Problema 1

3 Hobbits e 3 Orcs decidiram colaborar para escaparem de uma caverna que estava a ruir. Num corredor de pedra o chão tinha ruído por completo e passou a existir um fosso a ser ultrapassado.

Estes seis companheiros forçados uniram esforços e criaram um pequeno sistema de transporte que consegue levar dois de cada vez (para cada travessia tem de ter um operador, seja orc ou hobbit).

Até aqui tudo bem... Só que os orcs combinaram que assim que tivessem em número maior podiam matar os hobbits. Os hobbits desconfiaram e então começaram a planear como podiam chegar ao outro lado do fosso sem que nenhum hobbit ficasse em inferioridade numérica em nenhum dos lados do fosso.

Se um orc ficar em inferioridade numérica com um hobbit, não acontece nada.

Se o número de orcs e hobbits for igual, não acontece nada.

Se o número de orcs for superior ao dos hobbits, estes últimos serão cruelmente assassinados.

Como é possível fazer a travessia sem ninguém morrer?

Problema 2

Algures nos confins da terra, 5 missionários encontraram 5 canibais de uma tribo. Os missionários temeram pela sua vida, apenas sabendo que não corriam risco enquanto tivessem em número igual ou superior aos canibais.

Estas 10 pessoas fizeram uma viagem em conjunto para exploração daquela terra, até terem chegado à margem de um rio. Para realizarem a travessia do rio tinham um barco para três pessoas, e para cada travessia teria de pelo menos haver um barqueiro (o barco não podia voltar sozinho).

Os missionários notaram que era preciso ter muito cuidado para não perderem a sua posição numérica e os canibais viram aqui uma oportunidade de adquirirem vantagem numérica em alguma ocasião e assim matarem os missionários.

Como é possível fazer com que este grupo atravesse o rio, chegue à outra margem e continuem todos vivos?

Problema 3

Escreva um texto sobre a segunda guerra mundial.

ANEXO C

CONSENTIMENTO AUTORIZADO

Estamos a realizar uma tese sobre "resolução de problemas" no âmbito do mestrado em ciência cognitiva e estamos a solicitar a sua colaboração no estudo.

A participação no estudo envolve resolver dois exercícios e falar com o investigador sobre este processo e preencher um pequeno questionário. Haverá gravação áudio de todo o processo. Todos os dados serão confidenciais e utilizados no âmbito da investigação deste tópico. Se aceitar participar no estudo preencha a segunda parte do documento.

Obrigado pela sua atenção.

Eu, _____, declaro ter sido esclarecido sobre os objetivos da minha participação no estudo sobre resolução de problemas realizado por Jorge Miguel Correia Amorim (mestrando em ciência cognitiva, universidade de Lisboa).

Aceito voluntariamente participar no estudo sabendo que todos os dados recolhidos serão confidenciais e apenas utilizados para fim de investigação. Tenho o direito de interromper a minha participação em qualquer altura.

Data:

Assinatura: _____

ANEXO D

QUESTIONÁRIO DE AUTO-PREENCHIMENTO

Questionário

Código de Identificação: _____

Idade: _____

Género: _____

Habilitações Literárias: 9º Ano _ 12º ano __ Ensino Superior ____

1ª Tarefa

Qual era a situação?

Qual era o seu objetivo principal? Tinha objetivos secundários?

O que fez? Indique as suas estratégias para resolver a tarefa.

Conseguiu resolver? Como avalia o seu desempenho?

Depois de concluir a tarefa como vê agora o problema? Faria algo de diferente?

2ª Tarefa

Qual era a situação?

Qual era o seu objetivo principal? Tinha objetivos secundários?

O que fez? Indique as suas estratégias para lidar com a tarefa.

Conseguiu resolver? Como avalia o seu desempenho?

Depois de concluir a tarefa como vê agora o problema? Faria algo de diferente?

ANEXO E – DADOS EM BRUTO

Colecção de estratégias e informação contida nos questionários

A1

T1 CX, RV, PL, REC, TE, PL TE, REC, PP, desistiu da tarefa.

T2: AL, TPF, SP, PL, AL, SP, AL, SP, solução.

A2

T1: RV, TE, PL, TE, PL, TE, REC, TE, PP, PL, solução.

T2: AL, RE, AL, RE, TPF, REC, SP, RE, SP, solução.

A3

T1: RV, TE, PP, TE, PL, TE, RV TE, desistiu da tarefa.

T2: AL, SP, SP, SP, solução.

A4

T1: RE, RV, TE, PP, TE, PL, REC, RV, CX, REC, RV, PL, TE, desistiu da tarefa.

T2: AL, TPF, [consulta os documentos], SP, solução.

A5

T1: RV, TE, REC, RV, PL, PP, PL, RV+RE, PL, solução.

T2: TF, AL, SP, solução.

A6

T1: RV, TE, REC, RV, PP, TE, desistiu da tarefa.

T2: RE, RE, SP, solução.

A7

T1: RV, TE, PP, REC, SP, RV, solução.

T2: AL, PL, SP, solução.

A8

T1: RV, TE, (chegou a um suposto estado final com erro de operadores), REC, RV+RE, desistiu da tarefa.

T2: AL, SP, até terminar

A9

T1: TE, RV, TE, PP, REC, PP, REC, desistiu da tarefa.

T2: AL, SP, RE, AL, SP, solução.

A10

T1: RV, TE, PP, TE, PP, PL, desistiu da tarefa.

T2: TPF, SP solução.

A11

T1: RV, TE, PP, TE, REC, TE, desistiu da tarefa.

T2: AL, TE, SP, PL, TE, PL, REC, TE, PP, RE, TE, AL, solução.

A12

T1: RV, TE, PP, REC, PL, TE, REC, SP, CX, PL, REC, PL, TE, PL, TE, REC, TE, REC, TE, REC, TE, desistiu da tarefa.

T2: AL, RE, SP, solução.

B1

T1: AL, consulta documentos de apoio, PL, RE, PP, solução.

T2:RV, TE, REC, RV, PP, PL, solução

B2

Tarefa 1: AL, RE, SP, TE, REC, TE, solução.

Tarefa 2: RV, TE, PL, REC, TE, PP, desistiu da tarefa.

B3

T1: AL, RE,RV, PL, TPF, SP, solução.

T2 RV, TE, REC, PL, RV, PP, TPF, PL, solução

B4

T1: AL, RE, PL, SP, solução.

T2:: RV, TE, PP, solução.

B5

T1: AL, RE, SP, PL, SP, solução.

T2: TE, RE, TE, REC, PL, TE, desistiu da tarefa.

B6

T1: AI, RE, PL, SP, solução.

T2: RV, TE, PL, desistiu da tarefa.

B7

T1: AL, SP, RE, SP, solução.

T2: PP, RV, PP, CE, TE, desistiu da tarefa

B8

T1: AL, RE, SP, solução.

T2: TE, RV, PP, TE, desistiu da tarefa.

B9

T1: AL, RE, SP, RE, SP, solução.

T2: AL, RV, TE, PP, CX, PP, desistiu da tarefa.

B10

T1: TPF, AL, RE, SP, solução

T2: RV, PP, REC, PP, CX, PL, solução.

B11

T1: RE, AL, SP, solução.

T2: TE, RV, TE, desistiu da tarefa.

B12

T1: AL, PL, SP, solução.

T2: RV, TE, REC, RV, TE, PP, desistiu da tarefa.

C1

T1: RV, PL, TE, PP, solução.

T2: RV, PP, REC, PP, Loop (rec,pp), desistiu da tarefa.

C2

T1: RV, TE, PP, PL, solução.

T2: PP, RV, PP, PL, REC, PP, desistiu da tarefa.

C3

T1: RV, TE, PL, REC, RV, PL, solução.

T2: PP, RV, PL, REC, RV, PL, solução.

C4

T1: RV, TE, REC, TE, PL, solução.

T2 RV,PP, REC, TE, PL,REC, PL solução.

C5

T1: RV, TE, PP, solução.

T2: RV, PP, TE, PP desistiu da tarefa.

C6

T1: AL, RV, TE, RE, REC, PP, PL, solução.

T2: PP, RV, PP, CE, TE, desistiu da tarefa.

C7

T1: RV, TE, PP, PL, solução.

T2: PP, RV, TE, PP, REC, PP, desistiu da tarefa.

C8

T1: RV, TE, RV, TE, PP, REC, PL, solução.

T2: PP, RV, PP, PL, solução.

C9

T1 RV, PL, PP, CX, RE, RV, PL, solução.

T2 RV, PP, SP, PL, solução.

C10

T1: AL, RV, PP, REC, RFísica, PL, Solução

T2: PP, RF, PP, REC, PL, PP, Solução

C11

T1: RE, RV, TE, PP, REC, PL, solução.

T2: RV, PP, REC, RV, PP, PL, solução.

C12

T1 RV, PP, solução.

T2 PP,RV, PP, REC, PL, solução.

	P1.1	P1.2	P1.3	P1.4	P2.1	P2.2	P2.3	P2.4	P3.1	P3.2	P3.3	P3.4
A1	X	X	X	X	Completa	Dsadq.	NS/NR	Sim	Parcial	Dsadq.	Igual	Não
A2	X	X	X	X	Parcial	Dsadq.	NS/NR	Não	Completa	Adq.	NS/NR	Sim
A3	X	X	X	X	Parcial	Dsadq.	Igual	Não	Parcial	Adq.	Igual	Não
A4	X	X	X	X	Parcial	Dsadq.	Igual	Não	Completa	Dsadq.	Dif.	NS/NR
A5	X	X	X	X	Parcial	Adq.	NS/NR	Não	Parcial	Dsadq.	NS/NR	Não
A6	X	X	X	X	Completa	Adq.	Igual	Não	Completa	Dsadq.	Igual	Não
A7	X	X	X	X	Completa	Adq.	Dif.	Sim	Completa	Adq.	Dif.	Sim
A8	X	X	X	X	Completa	Dsadq.	NS/NR	Sim	Parcial	Adq.	NS/NR	Não
A9	X	X	X	X	Completa	Adq.	Igual	Não	Completa	Adq.	Dif.	Sim
A10	X	X	X	X	Parcial	Adq.	NS/NR	Sim	Completa	Dsadq.	NS/NR	Não
A11	X	X	X	X	Completa	Adq.	Igual	Não	Completa	Adq.	Igual	Não
A12	X	X	X	X	Parcial	Adq.	Igual	Sim	Parcial	Adq.	NS/NR	Sim
B1	X	X	X	X	Parcial	Adq.	Igual	Sim	Completa	Adq.	Dif.	Sim
B2	X	X	X	X	Parcial	Dsadq.	Dif.	Sim	Completa	Adq.	Igual	Não
B3	X	X	X	X	Completa	Adq.	Igual	Sim	Completa	Adq.	Igual	Sim
B4	X	X	X	X	Parcial	Adq.	Dif.	Sim	Parcial	Dsadq.	Dif.	Sim
B5	X	X	X	X	Completa	Dsadq.	NS/NR	Sim	Completa	Adq.	Igual	Não
B6	X	X	X	X	Completa	Adq.	Igual	Sim	Completa	Adq.	Igual	Não
B7	X	X	X	X	Parcial	Adq.	Dif.	Não	Completa	Adq.	Igual	Não
B8	X	X	X	X	Parcial	Dsadq.	NS/NR	Sim	Parcial	Dsadq.	NS/NR	Sim
B9	X	X	X	X	Parcial	Adq.	NS/NR	Não	Completa	Adq.	NS/NR	Não
B10	X	X	X	X	Completa	Adq.	Igual	Não	Completa	Adq.	Igual	Não
B11	X	X	X	X	Completa	Adq.	Dif.	NS/NR	Parcial	Adq.	NS/NR	Não
B12	X	X	X	X	Completa	Adq.	NS/NR	Não	Parcial	Dsadq.	NS/NR	NS/NR
C1	Parcial	Adq.	Igual	Sim	Completa	Dsadq.	NS/NR	NS/NR	X	X	X	X
C2	Completa	Adq.	Dif.	Não	Completa	Adq.	Dif.	Sim	X	X	X	X
C3	Completa	Adq.	Dif.	Sim	Completa	Adq.	Igual	Sim	X	X	X	X
C4	Completa	Adq.	Igual	NS/NR	Parcial	Adq.	Igual	NS/NR	X	X	X	X
C5	Completa	Adq.	Dif.	Sim	Completa	Adq.	Dif.	Sim	X	X	X	X
C6	Completa	Dsadq.	NS/NR	Não	Parcial	Adq.	NS/NR	Sim	X	X	X	X
C7	Completa	Adq.	Dif.	Não	Completa	Dsadq.	Igual	Sim	X	X	X	X
C8	Completa	Dsadq.	NS/NR	Sim	Parcial	Adq.	Dif.	Sim	X	X	X	X

C9	Parcial	Adq.	Igual	Não	Parcial	Adq.	Igual	Não	X	X	X	X
C10	Completa	Adq.	Dif.	Não	Completa	Adq.	Dif.	Não	X	X	X	X
C11	Parcial	Adq.	Dif.	Sim	Completa	Adq.	Dif.	NS/NR	X	X	X	X
C12	Completa	Adq.	Igual	Não	Completa	Adq.	Igual	Não	X	X	X	X

Texto escrito conforme o Acordo Ortográfico - convertido pelo Lince.